POTENTIALITES A LA TRANSFORMATION DU MANIOC (*MANIHOT ESCULENTA* CRANTZ) EN AFRIQUE DE L'OUEST

POTENTIAL OF CASSAVA (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*) PROCESSING IN WEST AFRICA*

Georges AMANI, Charlemagne NINDJIN, Boni N'ZUE, Andres TSCHANNEN, Désiré AKA

Editeurs

Université d'Abobo-Adjamé (UAA)
Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS)
Centre National de Recherche Scientifique (CNRA)
Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T)

Organisateurs



Nos partenaires





Forum for Agricultural Research in Africa



Agence Universitaire de la Francophonie

Actes du 1er Atelier International

Proceedings of the 1st International Workshop

04 – 07 Juin 2007 Abidjan – Côte d'Ivoire

POTENTIALITES A LA TRANSFORMATION DU MANIOC (*MANIHOT ESCULENTA* CRANTZ) EN AFRIQUE DE L'OUEST

POTENTIAL OF CASSAVA (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*) PROCESSING IN WEST AFRICA*

Actes du 1er Atelier International

Proceedings resulting from the 1st International Workshop

04-07 Juin / *June* 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire

G. Amani, C. Nindjin, B. N'Zué, A. Tschannen, D. Aka (éditeurs), 2007. Potentialités à la transformation du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Afrique de l'Ouest, Actes de l'atelier international UAA-CSRS-CNRA-I2T, 4-7 juin 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire, 341p.

Comité d'organisation de l'atelier / *Organizing Committee of the workshop*

UAA
CSRS
CNRA
I2T

Editeurs / *Editors*

Georges AMANI, Université d'Abobo-Adjamé (UAA)
Charlemagne NINDJIN, Université d'Abobo-Adjamé (UAA), Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS)
Boni N'Zué, Centre National de Recherche Agronomique (CNRA)
Andres Tschannen, Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS)
Désiré Aka, Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T, Côte d'Ivoire)

Remerciements /*Acknowlegments*

Cet atelier a pu se tenir grâce au soutien financier des organismes suivants :

Technical Centre for Agricultural and Rural Co-operation (CTA)

Forum for Agricultural Research in Africa (FARA)

Agence Universitaire de la Francophonie (AUF)

L'Association pour le Développement des Cultures Vivrières (ADCVI) en Côte d'Ivoire a mis gracieusement un véhicule à la disposition des organisateurs pour la navette des participants étrangers de l'aéroport à l'hôtel.

Un remerciement particulier aux Directeurs des institutions organisatrices de l'atelier, à tous les participants à l'atelier, aux illustres membres du comité scientifique, au secrétariat, aux responsables des commissions d'activités à l'organisation et leurs membres, ainsi qu'à l'équipe qui a assuré le travail éditorial de cet ouvrage.

Cliché de couverture / *Cover picture*: M. Boni N'Zué, Dr. Djouldé Darman
Impression / *Printing* : ImprimAP 05 BP 2309 Abidjan 05 Côte d'Ivoire
Interprétariat/Traduction Anglais-Français / *Interpretership/Translating English-French*: Talk International Training 06 BP 2518 Abidjan 06 Côte d'Ivoire

http://www.csrs.ch/ateliermanioc

Potentialités à la transformation du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Afrique de l'Ouest

---

Potential of Cassava (Manihot esculenta Crantz*) Processing in West Africa*

Actes du 1er Atelier International

Proceedings resulting from the 1st International Workshop

04-07 Juin / *June 2007*, Abidjan, Côte d'Ivoire

Organisé par / *Organized by*

Université d'Abobo-Adjamé (UAA), Côte d'Ivoire
Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS), Côte d'Ivoire
Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Côte d'Ivoire
Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T), Côte d'Ivoire

avec le concours de / *with contribution from*

Technical Centre for Agricultural and Rural Co-operation (CTA)
Forum for Agricultural Research in Africa (FARA)
Agence Universitaire de la Francophonie (AUF)

Comité Scientifique / *Scientifique Committee*

Prof. Alphonse KAMENAN, UFR STA, Université d'Abobo-Adjamé (UAA) / Côte d'Ivoire (Président / *Chairman*)
Dr. Nicodème ZAKRA, Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) / Côte d'Ivoire (Vice-président / *Vice-chairman*)
Prof. Georges AMANI, UFR STA, Université d'Abobo-Adjamé (UAA) / Côte d'Ivoire
Prof. Joseph HOUNHOUIGAN, CERNA, FSA, Université d'Abomey-Calavi / Bénin
Prof. Narayana MOORTHY, Central Tuber Crops Research Institute (under ICAR) / Indian Council of Agricultural Research / India
Prof. Malachy O. AKORODA, International Institute of Tropical Agriculture Tropicale, IITA, Ibadan / University of Ibadan / Nigeria
Dr. Yéo GUEFALA, Directeur Général, Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T), Côte d'Ivoire

Dr. Amoncho ADIKO, Centre National de Recherches Agronomiques, Côte d'Ivoire
Dr. Kossi SEDZRO, Institut Togolais de Recherche Agronomique, ITRA, Togo
Dr. Andres TSCHANNEN, Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS) / Côte d'Ivoire
Dr. Yaovi Ouézou AZOUMA, Université de Lomé / Togo
Dr. Daouda DAO, Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS) / Côte d'Ivoire
Dr. Claude MAROUZE, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad) / France
Dr. Esther SAKYI-DAWSON, University of Ghana / Ghana
Dr. Moutairou EGOUNLETY, Université d' Abomey- Calavi / Bénin
Dr. Rémy Anognain DABIRE, INERA / Burkina-Faso
Dr. Lateef SANNI, University of Agriculture / Nigeria
Dr. Roger DJOULDE DARMAN, VaalUniversity of Technology / South-Africa
Dr. Fabrice TETCHI, UFR STA, Université d'Abobo-Adjamé (UAA) / Côte d'Ivoire
Dr. Charlemagne NINDJIN, UFR STA, Université d'Abobo-Adjamé/Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS)/ Côte d'Ivoire

Comité d'organisation/ *Organizing Committee*

Prof. Guéladio CISSE, Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS) / Côte d'Ivoire (Président / *Chairman*)
Prof. Georges AMANI, UFR STA, Université d'Abobo-Adjamé (UAA) / Côte d'Ivoire (Vice-président / *Vice-chairman*)
Dr. Charlemagne NINDJIN, Université d'Abobo-Adjamé (UAA) / Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS) / Côte d'Ivoire
Dr. Andres TSCHANNEN, Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS) / Côte d'Ivoire
Dr. Pierre ZOHOURI, Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) / Côte d'Ivoire
M. Boni N'ZUE, Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) / Côte d'Ivoire
Mme Catherine DJEDJI, Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) / Côte d'Ivoire
M. Désiré AKA, Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T) / Côte d'Ivoire
Mme Marie AKA, Université d'Abobo-Adjamé (UAA) / Côte d'Ivoire
M. Olivier KOUADIO, Université d'Abobo-Adjamé (UAA) / Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS) / Côte d'Ivoire

Secrétariat de l'atelier / *Workshop Secretariat*

Dr. Charlemagne NINDJIN, Université d'Abobo-Adjamé (UAA), Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS) / Côte d'Ivoire
M. Boni N'ZUE, Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) / Côte d'Ivoire
Mme Odette ETTIEN, Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS) / Côte d'Ivoire
M. AKELY Pierre, Université d'Abobo-Adjamé (UAA) / Côte d'Ivoire
M. KOUADIO Degbeu Claver, Université d'Abobo-Adjamé (UAA) / Côte d'Ivoire

Développement et maintenance du site Web / *Web-site development and maintenance*

M. Roger KPON, Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS) / Côte d'Ivoire
Dr. Charlemagne NINDJIN, Université d'Abobo-Adjamé (UAA) / Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS) / Côte d'Ivoire

Sommaire / *Summary*

Préface / *Foreword*

Note des éditeurs / *Note from the editors*

Conférences introductives / *Keynote Lectures*

Partie 1 / *Part 1*

Thème 1: Commercialisation et consommation du manioc et produits dérivés
Topic 1: Marketing and Consumption of cassava roots and derived products

Partie 2 / *Part 2*

Thème 2: Qualité et transformation du manioc et produits dérivés
Topic: quality and processing of the cassava roots and derived products

Sous-thème 2.1: Transformation du manioc
Sub-Topic 2.1: Processing of cassava roots

Sous-thème 2.2: Caractérisation rhéologique et sensorielle du manioc et produits dérivés
Sub-Topic 2.2: Rheological and sensory characterization of cassava roots and derived products

Sous-thème 2.3: Caractérisation physico-chimique et microbiologique du manioc et produits dérivés
Sub-Topic 2.3: Physico-chemical and microbiological characterization of cassava roots and derived products

Partie 3 : Tables rondes / *Part 3: Round tables*

Thème 3: Echanges entre les acquis de la recherche et développement et les potentialités traditionnelles à la commercialisation et à la transformation du manioc.
Topic 3: Sharing experiences between scientific research and development and traditional potential of marketing and processing cassava

Commission 1: Commercialisation des produits à base de manioc et attentes des consommateurs

Committee 1: Marketing of cassava-based products and consumers expectations

Commission 2: Acquis de la recherche et développement au bénéfice des technologies traditionnelles de transformation du manioc
Committee 2: Potential of scientific research and development in aid of traditional technologies of cassava processing

Recommandations / *Recommendations*

Liste des participants / *List of participants*

Table des matières / *Table of contents*

Organisateurs de l'Atelier / *Workshop Organizers*

Motion des participants à l'atelier international / *Motion from workshop partcipants*

Dossier de presse / *Pressbook*

Images de l'atelier / *Pictures of the workshop*

Avant-Propos / *Foreword*

Prof. Georges N'Guessan AMANI

Vice-président du comité d'organisation
Maître de conférences à l'Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire
Deputy Chairman of the steering committee
Senior lecturer at Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire

Avant-propos

Prof. Georges AMANI
Maître de Conférences de Biochimie et Technologie des Aliments, Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire
Vice-Président du comité d'organisation

Le manioc fait partie des principales plantes à racines et tubercules amylacés cultivés dans le monde. L'Afrique est le premier producteur mondial avec une production annuelle de 110 millions de tonnes, suivie de l'Asie (55 millions de tonnes) et de l'Amérique Latine et des Caraïbes (37 millions de tonnes). Cependant, les pays africains utilisent la quasi totalité du volume de manioc disponible au niveau intérieur à l'alimentation des populations, comme culture de subsistance par excellence. Par contre les pays latino-américains et asiatiques utilisent le manioc comme aliment de bétail et autres, notamment dans l'industrie alimentaire et non alimentaire. Cette situation conduit à une plus grande présence des produits à base de manioc latino-américains et asiatiques sur le marché international par rapport à ceux des pays africains. Mais comment corriger cela?

Le Forum sur la Stratégie Globale pour le Développement du Manioc (Rome, avril 2000), a proposé de rendre le manioc plus compétitif sur le marché intérieur et international. Vu que la réalisation de ce propos dépendra d'une forte augmentation de la demande, cette stratégie propose de **développer les industries basées sur le manioc** à travers une synergie de stratégies et de plans au niveau national, régional et continental, tout en les appuyant par un effort global d'identification et de stimulation des marchés. La stratégie conseille, comme première étape essentielle, l'identification de marchés en croissance ou qui en ont le potentiel. La seconde étape est de pouvoir garantir la fourniture suivie d'un produit relativement uniforme. La troisième étape est de pourvoir le marché avec des produits à prix compétitifs afin de satisfaire aux besoins des consommateurs.

Ainsi, à l'image du maïs, du blé et de la pomme de terre qui dominent les marchés mondiaux lucratifs des produits à base d'amidon, **le manioc peut devenir une matière première de base**, pour la préparation d'une série de produits finis ou semi-finis; ce qui, en fait, en accentuera la demande tout en contribuant à la transformation agricole et à la croissance économique des pays en voie de développement.

C'est pour répondre aux besoins exprimés par les stratégies pour la valorisation du manioc notamment dans l'une des plus grande zone de production, l'Afrique de l'Ouest, que l'Université d'Abobo-Adjamé (**UAA**), le Centre Suisse de Recherches Scientifiques (**CSRS**) en Côte d'Ivoire, le Centre National de Recherche Agronomique (**CNRA**), et la Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (**I2T**) se sont associés pour organiser cet atelier sur les "Potentialités à la transformation du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Afrique de l'Ouest".

C'est le lieu de rendre un vibrant hommage aux dirigeants des 4 structures organisatrices que sont : Le Professeur Ehilé Etienne de l'UAA, le Professeur Cissé

Gueladio du CSRS, le Docteur YO Tiémoko du CNRA et le Docteur YEO Guefala de l'I2T qui ont accepté sans hésiter à s'engager dans cet projet en mettant à la disposition du comité d'organisation les moyens financiers, matériels et humains pour l'organisation de cet atelier. Nos remerciements vont aussi à l'endroit des sponsors que sont :

- The Forum for Agricultural Research in Africa (FARA) basé au Ghana;
- Le Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA) au Pays-Bas ;
- L'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF) au Canada ; qui ont été à la base la réussite de cette rencontre scientifique.

L'atelier international, tenu à Abidjan du 04 au 07 Juin 2007, a regroupé 72 participants, des étudiants, des chercheurs et Universitaires, des personnels d'ONG ou groupement d'associations professionnelles ou membres de fondation nationale et internationale, des représentants politiques et des acteurs privés du secteur agro-alimentaire. Les délégués sont venus de 16 pays d'Afrique de l'Ouest et d'Afrique Centrale, de la France, d'Italie, de la Suisse et des USA.

Pendant les quatre jours, les discussions ont porté sur deux thèmes :

- Marché et consommation du manioc et produits dérivés ;
- Acquis scientifiques et technologiques en matière de qualité et transformation du manioc et produits dérivés.

Il y a eu deux tables rondes sur :

- La commercialisation des produits à base de manioc et l'attente des consommateurs ;
- Les potentialités des acquis de la recherche et du développement au bénéfice des technologies traditionnelles de transformation du manioc.

Nous avons enfin eu deux visites de terrains:

- La première visite, à l'Association des Commerçants de Transformation de Manioc en Côte d'Ivoire (ACTMCI). Cette association possède une unité de transformation artisanale du manioc.
- La deuxième visite nous a conduit dans une unité de transformation semi-industrielle du manioc appartenant à la Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T).

Le présent document que le comité d'organisation a le plaisir de publier à l'attention de la communauté scientifique internationale et à celle des décideurs politiques rassemble les contributions pertinentes par rapport à la thématique de l'atelier rendant bien compte des objectifs poursuivis par le projet de développement engagé par les partenaires Ivoiriens.

Nous espérons que l'ensemble des résultats ici rassemblés pourra servir de bases de données sur lesquels pourront s'appuyer la communauté scientifique ouest africaine et internationale pour planifier des projets de recherches pour un développement durable de la sous région voire l'Afrique tout entière.

Foreword

Prof. Georges AMANI
Senior lecturer of Biochemistry and Food Technology
at Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire
Deputy Chairman of the steering committee

Cassava is one of the major root crops and starchy tubers grown in the world. Africa is the world leading producer with a 110-million-tonne annual output, followed by Asia (55 million metric tonnes) and Latin America and the Caribbean (37 million metric tonnes). Yet, African countries use almost all the volume of cassava available at domestic level for people's food, as food crop above all else. On the other hand, Latin American and Asian countries use cassava as animal feed and for other purposes, especially in food and non-food industry. As a result, Latin American and Asian cassava-based products have a stronger foothold on the global market than those from African countries. The question arises as to how this can be rectified.

The forum on the global cassava development strategy (Rome, April 2000), moved that cassava be made more competitive on both domestic and global markets. In view of the fact that achieving this objective will depend on a high increase in demand, that strategy suggests **cassava-based industries be developed** through a strategy and project synergy at national, regional and continental level, while providing support through a comprehensive drive to identify market prospects and offer incentives to markets. As the first basic step, the strategy recommends that growing markets or markets which have growth potential be identified. The second step is to be able to provide continuous supply of a comparatively unchanging product. The third step is to supply the market with products at competitive prices to meet consumers' needs.

So, like maize, wheat and potatoes which are in a leading position on the profitable global starch-based product markets, cassava **can become a staple raw material**, for making a collection of finished and semi-finished goods, which, as a matter of fact, will increase demand for it while contributing to agricultural processing and economic growth in developing countries.

In an effort to meet the needs identified by the strategies for increasing the value of cassava, especially in one of the largest producing areas, West Africa, University of Abobo-Adjamé (**UAA**), the Centre Suisse de Recherches Scientifiques (**CSRS**) in Côte d'Ivoire, the Centre National de Recherche Agronomique (**CNRA**), and Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (**I2T**) jointly held this workshop on "Cassava (*Manihot Esculenta* Crantz) processing potential in West Africa".

There is a good reason to pay tribute to the heads of the four organizing organizations, namely: Professor Ehilé Etienne from UAA, Professor Cissé Gueladio from the CSRS, Doctor YO Tiémoko from the CNRA and Doctor YÉO Guefala from I2T who agreed unhesitatingly to get involved in this project by making both financial means and physical inputs available to the steering committee for arranging this workshop. Financial support from the following is also gratefully acknowledged:

- The Forum for Agricultural Research in Africa (FARA) headquartered in Accra, Ghana;
- The Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA) in the Netherlands;
- The Agence Universitaire de la Francophonie (AUF) in Canada, whose core contribution made this scientific meeting successful.

The international workshop, held in Abidjan from 4 to 7 June, 2007, brought together 72 participants, students, researchers and academics, NGO workers or professional organization associations or national and international foundation members, political representatives and private agro-processing industry players. The delegates came from 16 West African and Central African countries, France, Italy, Switzerland and the USA.

During the four days' meeting, debates focused on two themes:

- Cassava by-product marketing and consumption ;
- Scientific and technological experience in the quality and processing of cassava and its by-products.

Two round tables were held on:

- Cassava-based product marketing and consumer expectations;
- Research and development asset potential for traditional cassava processing technologies.

Last, we conducted two visits in the field:

- First, we called on the “Association des Commerçants de Transformation de Manioc en Côte d’Ivoire” (ACTMCI). That association owns a small-scale cassava processing unit.
- Secondly, we went round an industrial cassava processing plant belonging to Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T).

This document that the steering committee has great pleasure in releasing for the attention of the international scientific community and that of political decision-makers gathers together contributions relevant to the workshop's set of themes, giving a fair account of the goals which the development project initiated by the Ivorian stakeholders strives towards.

We hope that all of the findings gathered together here can be used as databases which the West African and international scientific communities will use to plan research project for sustained development in the sub-region, or even in the whole of Africa.

Note des éditeurs / *Note from the editors*

Justification, Objectifs et déroulement de l'atelier
Rationale, Objectives and course of the workshop

Justification

Le manioc fait partie des principales plantes à racines et tubercules amylacés cultivés dans le monde. L'Afrique est le premier producteur mondial avec une production annuelle de 110 millions de tonnes, suivie de l'Asie (55 millions de tonnes) et de l'Amérique Latine et des Caraïbes (37 millions de tonnes). Cependant, les pays africains utilisent la quasi totalité du volume de manioc disponible au niveau intérieur, à l'alimentation des populations, comme culture de subsistance par excellence. Par contre les pays latino-américains et asiatiques utilisent le manioc pour l'élevage et les autres utilisations, notamment dans l'industrie. Cette situation conduit à une plus grande présence des produits à base de manioc latino-américains et asiatiques sur le marché international par rapport à ceux des pays africains. Mais comment corriger cela?

Le Forum sur la Stratégie Globale pour le Développement du Manioc (Rome, avril 2000), a proposé de rendre le manioc plus compétitif sur le marché intérieur et international. Vu que la réalisation de ce propos dépendra d'une forte augmentation de la demande, cette stratégie propose de **développer les industries basées sur le manioc** à travers une synergie de stratégies et de plans au niveau national, régional et continental, tout en les appuyant par un effort global d'identification et de stimulation des marchés. La stratégie conseille, comme première étape essentielle, l'identification de marchés en croissance ou qui en ont le potentiel. La seconde étape est de pouvoir garantir la fourniture suivie d'un produit relativement uniforme. La troisième étape est de pourvoir le marché avec des produits à prix compétitifs afin de satisfaire aux besoins des consommateurs.

Ainsi, à l'image du maïs, du blé et de la pomme de terre qui dominent les marchés mondiaux lucratifs des produits à base d'amidon, **le manioc peut devenir une matière première de base**, pour la préparation d'une série de produits traités; ce qui, en fait, en accentuera la demande tout en contribuant à la transformation agricole et à la croissance économique des pays en voie de développement.

C'est pour répondre aux besoins exprimés par les stratégies pour la valorisation du manioc notamment dans l'une des plus grandes zones de production, l'Afrique de l'Ouest, que l'Université d'Abobo-Adjamé (**UAA**), le Centre Suisse de Recherches Scientifiques (**CSRS**) en Côte d'Ivoire, le Centre National de Recherche Agronomique (**CNRA**), et la Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (**I2T**) ont organisé un atelier sur les "Potentialités à la transformation du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Afrique de l'Ouest".

Objectifs

Cet atelier avait pour objectifs de:
- faire le point sur les besoins du marché et les attentes des consommateurs en matière de produits à base de manioc,
- faire le point sur les acquis de la recherche et du développement en matière de transformation alimentaire et non alimentaire du manioc dans la sous-région ouest-africaine en particulier et africaine,
- échanger les acquis de la recherche et du développement avec les acteurs du secteur artisanal et industriel, les décideurs et les structures de développements.

Déroulement de l'atelier

L'atelier international sur les potentialités à la transformation du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Afrique de l'Ouest qui s'achève a été co-organisé par l'Université d'Abobo-Adjamé (UAA), le Centre Suisse de Recherche Scientifique (CSRS), le Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) et la Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T). Des donateurs à savoir CTA (Centre technique de coopération agricole et rurale), FARA (Forum for Agricultural Research in Africa) et AUF (Agence Universitaire de la Francophonie) ont co-financé cet atelier. Placé sous le co-parrainage du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique et le Ministère de l'Industrie et de la Promotion du Secteur Privé, l'atelier s'est déroulé du 4 au 7 juin 2007 à Abidjan, en Côte d'Ivoire.

72 participants de divers milieux professionnels et institutionnels étaient présents à cet atelier :
➔ 32 universitaires et chercheurs,
➔ 17 étudiants,
➔ 13 acteurs du secteur privé agro-alimentaire,
➔ 7 représentants d'ONG et d'associations professionnelles
➔ 3 représentants politiques (Conseil Economique et Social)

Les thèmes principaux étaient:

✓ *Thème 1 (plénière)*
Commercialisation et consommation de manioc et produits dérivés
✓ *Thème 2 (Plénière)*
Acquis scientifiques et technologiques en matière de qualité et transformation du manioc et produits dérivés.
✓ *Thème 3 (Tables rondes)*
Echanges entre les acquis de la recherche et développement et les potentialités traditionnelles à la commercialisation et à la transformation du manioc.

Après l'ouverture à l'Association Ivoirienne des Sciences Agronomiques (AISA) par Madame la Représentante du Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, les travaux se sont déroulés en plénières et en commissions simultanées au Centre Suisse de Recherche Scientifique (CSRS) et au Centre National de Recherche Agronomique (CNRA). Les thèmes 1 et 2 ont été présentés au cours des sessions plénières et le thème 3 a été discuté en deux sessions parallèles. Au total, 2 conférences inaugurales, 24 communications orales en sessions plénières, 10 présentations posters, 2 commissions thématiques simultanées, une visite d'une unité de transformation artisanale du manioc à Yopougon et une visite d'une unité de transformation semi-industrielle à l'I2T ont été effectuées par les participants.

Dans son allocution d'ouverture, Madame la Représentante du Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique a relevé l'intérêt que représente le thème de l'atelier pour son Ministère et la synergie positive entre les universités, les centres de recherche nationaux et internationaux et les différents acteurs de la filière manioc. Elle a souligné l'utilisation à bon escient des résultats issus des travaux du présent atelier. Les différents échanges ont montré que le manioc constitue une importante source de calories et de revenu potentiel pour les populations de la zone tropicale, en particulier celle d'Afrique qui produit 54 % de la production mondiale estimée à 210 millions de tonnes. Le manioc fournit une grande diversité de produits dérivés alimentaires et industriels. Si le commerce international de produits dérivés de manioc est fortement développé en Asie, en Europe et en Amérique, la production de l'Afrique est destinée essentiellement à la consommation humaine. Toujours en Afrique, le coût de production élevé et le rendement bas combinés à une transformation artisanale pénible et archaïque rendent non compétitifs les produits dérivés. Le marché national et régional reste mal organisé.

Les conclusions et recommandations issues des discussions qui ont suivi les sessions plénières et les tables rondes au cours de cet atelier sont données à la fin du présent ouvrage.

Au terme de cet atelier une motion de soutien à l'unité de transformation artisanale du manioc, visité à Yopougon, a été adoptée et signée par les participants en vue de sensibiliser les élus locaux à assister ces transformateurs dans la recherche de meilleures conditions de travail.

Les actes de cet atelier sont également publiés sur le site web du CSRS pour une large diffusion, à l'adresse: **http://www.csrs.ch/ateliermanioc**

En publiant les actes de cet atelier international qui a réuni à Abidjan autant de scientifiques et des personnes de divers milieux professionnels, nous espérons contribuer à développer la communication et la diffusion des résultats de programmes et de recherches appliquées en direction des chercheurs nationaux et internationaux de différentes disciplines et des professionnels intervenants dans les différents secteurs concernés en Afrique.

Conférences introductives / *Keynote Lectures*

Cassava consumption and marketing in West-Africa

M.O. AKORODA
Department of Agronomy, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria
ISTRC Councillor for Africa. Email: m_akoroda@yahoo.com

The 15 countries of West Africa have become a regional union under the ECOWAS. On this basis, the eventual future is for cassava, like other commodities to spread and become tradable among these countries. Now, the discussion should be on creating demand for the use of cassava in food, livestock feed and in local industries. The most important molecule in cassava is starch. This can be used as a starting material for manufacture of a thousand other useful products. This industrial trend will grow slowly with the availability of capital investors. However, the conversion of cassava into less refined forms for use as feedstuff for livestock [cow, pig, goat, sheep, poultry and fish] are more immediately feasible and the tests and evidence of scientific research shows that small farmer and livestock owners can now take advantage of these. Glut from inability to sell unprocessed roots will continue to be experienced in scattered cases and in difficult to assess enclaves while the distribution and spread of appropriate processing techniques increase. What can be disposed off through marketing [paid for supply] is the actual consumption but the demand is what would be needed to meet all types of domestic food, feed supplementation, and industrial usages, if all goes well. Marketing across the 52 weeks of the year shows cyclic trends in the supplies of roots, local costs of production, and prices of cassava roots and varied processed products. The 15 countries of West Africa have a combined total population of 273.5 million people with an annual cassava root consumptive demand of 73.2 million tonnes in 2007/2008 of which about 39.7 million tonnes would be sold in markets (40-50 percent). The current total production of cassava in West Africa is about 55.9 million tonnes. There is a shortage of some 17.3 million tonnes of roots. The new farmland to grow the extra needed cassava would add up to 8.3 million hectares. These estimates assume the: 1) population of each country in 2005/06; 2) current cassava areas in each country; 3) current yields to continue in each country; 4) new extra cassava needed per person is expected to be similar to that estimated for Nigeria.

Keywords: cassava, demand, fufu, gari, ethanol, consumption, marketing, West Africa

INTRODUCTION

West Africa has 15 countries: going eastwards from Cape Verde, Senegal, Gambia, Guinea Bissau, Guinea, Mali, Sierra Leone, Liberia, Cote d'Ivoire, Burkina Faso, Ghana, Togo, Benin, Niger, and Nigeria (Figure 1). The countries differ in many socio-economic variables. Most became independent from European powers between 1957 and 1964. Diet-wise, they all have a cultural food system involving a dough and soup/sauce/stew of vegetables that is used to coat the bolus/lump of starchy dough that is swallowed. The dough is usually made from one or more cereal flour(s) reconstituted with hot water until pasty or mixed with some flour of any root and tuber crop or eaten singly. The consumption of cassava in West Africa is for human food, livestock feedstuff, and as raw material in various cottage industries that produce flour, starch, adhesives, etc. As human food, cassava is mainly consumed as fresh roots usually as snack, in greater quantities as a staple after it is peeled, grated or soak in water to ferment and then processed into wet mash [fufu] or varied dry products [gari, chip/crumbs/chunks, or milled into flour]. These are locally appreciated by different parts of the West African population. Gari-- toasted dry granules, is common in trans-national trade, as well as peeled unfermented or fermented dry chip/crumbs. Use of cassava in cottage industry to make ethanol, starch and flour for various end-users has created a growing demand that is extra to that used traditionally for human food.

Marketing or sale of cassava roots and derived products occurs in a different way from farm, to homestead to periodic markets in rural and urban areas whether with formal or informal arrangements and institutional frameworks. The system of production, processing, transportation and marketing within and between countries of the regions is as yet highly unstructured and largely informal. However, local markets have guiding regulations self-set by traders for easing the flow of trade. These do not

necessarily tie with those of other levels of trade in the hierarchy of marketing from village to town to city and form retailer to wholesaler to exporter or importers. This paper provides a synthesis of how consumptive capacity and demand could rise to change field production and create cassava based industries that effectively function to generate food and cash for households and raw materials for budding industries across areas in West African with high population densities.

People who produce cassava roots rarely engage *only* in crop production. They do several activities to generate income as shown in Table 1. Consequently, a major push towards industrialisation of processing plants would require a different sets of arrangements to produce, transport and deliver roots on time to the processing plants. The farms cannot be the same as the small scattered plots we see across Africa. This would involve the establishment of medium to large farms that are increasingly mechanised and also use varied new technologies that small farmers are not able to adopt. A more business-approach to farming is expected, so as to be cost-effective and thereby ensuring the processes are sustainable and supply managed to set targets.

MARKETS

Typology of the Markets categories markets according to some selected major criteria. For example by location:

- Village: holds at intervals of several days, for wet and dry products. In village markets are where roots are sold daily in small amounts mainly for food preparation for households. Volume sold is low and the price is low because of kindred customers in most cases. The sale is for a small proportion just to provide cash to meet home needs. Such markets in a community serve as an venue for distributing small excesses beyond the immediate use of whatever roots or processed cassava products.

- Urban: holds daily but receives greater volume of items at intervals of several days. Usually for wet and dry products, but more towards dry products for the sake of better storage and handling. Urban markets are for sale of processed products destined for the retail market. There is cartel and block sale and buying. Unionised price fixing is practiced to steady the market in some cases for the product of the same quality. Rural markets hold at specified intervals usually weekly receiving goods from surrounding villages; for wet and dry products. Rural Markets attracts traders from several villages that meet every 4-5 days and others that meet every 7-8 days. These meet in rotation among a set number of villages. These are the primary produce collection markets for processed cassava products made from household and cottage processing. Gari, fufu, and chips are the main products sold. In different countries, the products have different names but are usually almost of the same kind and have similar processing steps. The principal products are:
  1. Wet sieved pressed mash [fufu]
  2. Dried chips or crumbs or lumps [of varied moisture content]
  3. Roasted granules of different sizes
  4. Fibre strands and roasted fibre mash
  5. Flour of different quality
  6. Starch [wet or dry]

- Cross-border: holds daily based on stockpiles that are replenished daily from distant sources of supplies usually in form of dry products (chips, crumbs, and gari). Cross-border markets attract produce come from the supplier nation to a buyer nation. Here, traded openly in age-old traditional markets with little governmental involvement apart from small token levies and taxes. These occur in full view of all security and custom agencies. Volume of trade is high and steady. The market is structured and often unionised. Entrants must join the union and pay prescribed dues and levies.

The descriptions of markets are endless. However, some variable characteristics are identified that also define each specific market. These include the following:

1. Size: metre square ground surface area of the space occupied by all trading activities, including packing space.
2. Location: This could be rural, peri-urban or urban; and the links to nearby markets of differing characteristics.
3. Population of traders: this is a count of the traders--with store, or without; unions and associations and how they operate.
4. Ratio of types: wholesale, lump trade, retail of units
5. Products sold: list of all items, crop and animal products and the volume of each in the market as a proportion of the market trade in quantity and value.
6. Access: seasonal or year-round, and packing lots where goods are off-loaded without disrupting the normal flow of operations.
7. Periodicity: This is the frequency with which it holds. This could be daily, 3-8 day interval, weekly, fortnightly, 3-weekly, and monthly.
8. Infrastructure: number and length of roadways, number of stores, toilets, clinic, offices of market administrators, cemented floor or earth, …
9. Administration and Security: Market rules and regulations exist and are implemented fully, partially, or not at all. Number of workers in the market that are paid with monies obtained from dues or levies paid by market users. The pattern of control and management of space and infrastructure of the market, its operations as well as the associated traders unions to achieve general security at all times. The local and governmental rules and how they interact are all part of the administration of the market dynamics. Information dissemination is important but this has to relate to prices and how the supply is secured to keep the market busy and alive.
10. Supply radius: how far away do items sold in the market come from? What forms of transport bring them? And the number of such vehicles, and their volume or number of units brought in to the market.
11. Sale units: transported whole units, multiple units, fractions of units. Note that all produce is transported from farm to the market. The lump or unit in which it is transported constitutes the basic unit of sale. Agreed weights, measures or volumes adopted for each type of product on sale are key to free trade and peaceful transactions.
12. Target: whether the market is aimed to provide supplies for domestic consumption or for industrial needs. Most traditional markets do not yet have credit or exchange arrangements; payment guidelines: cash, instant or cheque, or weekly or monthly, etc.

MARKET INFORMATION

Information collection, collation, analysis, storage, retrieval and relevant wide dissemination are important steps in the management of market operations. Few government agencies can engage in this effectively in a real-time way. Gaps in spatial information on all marketing operations reduce market efficiency, organisation and development. Regularity and accuracy of the prices, quantities and the description of the quality of items for sale are often not available. Price information is an average with no measure of its dispersion or variance when broadcast or televised or put in newspapers. Progress in this line will help all participants in the cassava economy to plan and estimate profits and make decision on how to do business.

COST OF PROCESSING

This is the most variable aspect in the determination of processed products. This arises from the many techniques and machines used in the many steps of processing. These combinations create a lot of options in the processing pathways. The differential efficiencies and effectiveness make it difficult to monitor costs of processing fresh roots into the five major cassava products: chips, gari, high quality unfermented cassava flour, fermented lafun, and starch. Besides the cost of roots, the processing and packaging are core cost lines.

Nigeria market for cassava is large (Table 2). Meeting it would be hard because of several reasons affecting the price of roots and its transportation from farm to processing points. However, the benefit of cassava has been calculated for improved varieties that are being used in West Africa to be benefiting only small percentage of the national population of the countries (Table 3). The percentages were mostly under 5%, but was twice as much in Ghana.

The current 2.9 million hectares of cassava in Nigeria produce 38 million tonnes of fresh roots, which at about 25 percent transformation into dry food amounts to 9.5 million tonnes of food. Only about 5-10% is used for non-food purposes or some 8.5 million tonnes of dry food and 1.0 million tonnes of dry output is used in industry. The additional 8,870,000 tonnes would require about 887,000 hectares at an average root yield of 10 tonnes per ha.

FORMS OF CASSAVA IN TRADE

Cassava is sold as fresh roots, processed foodstuffs such as gari, fufu paste, native starch, abacha stripes [wet or dry], tapioca, kpokpogari, lafun, chips, dry roots, etc. Sometimes made into the local gin for human consumption.

CASSAVA IS AN ENERGY CROP

Dry roots of cassava contain much starch and little sugar. These two molecules of carbohydrates can be converted to food energy directly when consumed or is industrially fermented with enzymes into ethanol. Thus, whether as an industrial raw material for ethanol production or as food energy in human and livestock diet, cassava remains an important energy crop.

It is clear that that a few countries influence the overall cassava output I the region. The top three are Nigeria, Ghana and Cote d'Ivoire. Any major change in the regional market would largely depend on what occurs in them.

TOTAL REGIONAL DEMAND FOR CASSAVA

Consumption is not the same as demand. What can be used up through marketing [paid for supply] is the actual consumption but the demand is what would be needed to meet all usages. Across the 52 weeks of the year are the trends and cycles in supply and costs and prices vary widely and often in some sort of cycles that repeat according to the seasons as controlled by the availability of cassava across different localities (Figure 2). Assumptions include:

- Population of each country in 2006
- Current cassava areas in each country Note that one square kilometre = one million hectares
- Current yields to continue in each country
- New extra cassava need per capita is expected to be like that of Nigeria

Demand for cassava = *food* + *feed* + *industrial* + *extra* cassava requirements. Consequently, the regional demand would be the sum of the demand for the 15 countries in the West African region. The four components in the equation can be *estimated* from data available from case studies within the region. *Extra* cassava required per country = K x estimated population of the country; where: K = 8.87 million tonnes [UNIDO estimate of Nigeria's additional cassava need for various industries and wheat substitution] / 140 million people [for Nigeria] = 0.06336.

Consumption = *food* + *feed* + *industrial* at present [2005-2006]; and is estimated as current cassava production *less* losses [put at 10%] + *documented* imports. Consumption is what is being used today. Demand is what we could use if all goes well. Marketing helps growers and processors to react adequately to the demand and consumption created by immediate residents and *contiguous* neighbours..

Overall, the 15 countries of West Africa would have a combined total cassava root demand of 73.2 million tonnes of fresh roots in 2007/2008 but 39.7 million would be sold in markets (Table 4). The new farmland to grow the extra needed cassava would add up to 8.3 million hectares.

The total hectares required to grow cassava to meet the estimated quantities add up to 8,332,014 ha which implies a new additional cultivation of 2,311,814 ha. Mechanisation of production is important in this regard if lower prices are to prevail on account of better yields from the higher levels of input and more effective organisation of the cassava systems for all operations.

CONSUMPTION OF CASSAVA

Cassava is consumed by all West African states in varied forms. These are with regard to the leaves, stems and roots of the plant. The utilisation of these

plant parts is evident in the routes by which they are marketed. Most of the extra needed cassava will go to cottage industries and as such would be marketed.

Leaves and shoots. Leafy shoots 9mostly succulent portions) are cut and feed fresh to livestock in many rural areas. Some are processed into silage and fed to livestock. The price paid determines how much interest processors and farmer give to this form of market and disposal of cassava.

Stems. Mature woody stems are the planting materials sold by farmers to other farmers in many small units. One hectare yields about 250 to 500 bundles each of fifty-one-meter stems.

Roots. Roots are harvested and processed into varied food and non-food products. Yields range from 5 to 35 t/ha in farmers' fields averaging 10-15 t/ha depending on different enclaves in the ECOWAS region.

The prices of roots and the derived processed products vary. These prices determine the amount and the end product into which the roots are transformed. The total value of a cassava farm is the sum of the value from the three plant parts. All budgeting should take note of this so as to give a correct accounting.

Gaps between demand and production is common. For example, Malawi produced just 20,000 tonnes of cassava in 1988, while she had a demand for 10 million tonnes (Sauti 1992) or 500 times the annual output. What this implies is that the gap in local production can be met from import from neighbouring countries. This flow is the type we propose within the West African sub-region.

GOVERNMENT POLICY

In 2005, Nigeria regulated that no cassava product is to enter Nigeria. This customs regulation implies that the West African sub-region will not benefit from high-and-low osmotic flows of goods and services in the cassava commodity chain. In this way, Ghana and Benin cannot legally send their finished cassava products into Nigeria's markets. Subsidies on inputs through varied programs are also policies that affect the cost structure of cassava production and processing, and influence market prices of all cassava roots and processed products on sale.

CONSUMPTION OF CASSAVA AND ITS PRODUCTS

Cassava is used for human, livestock and as raw material in industries. These three disposal outlets indicate that the combined estimate of demand for cassava and its products would call for a careful assessment of the needs of these three sectors in each administrative part of the nation and how their immediate and future requirements can be projected for it to be satisfied.

National food consumption and nutrition survey 2001-2003 in Nigeria showed that cassava consumption is high [Maziya-Dixon et al. 2004] as indicated in Table 5.

Utilization of cassava in flour form or mashed fresh boiled roots or grated mash or cooked mash present multiple forms in which cassava is used to replace wheat in many household and commercial recipes. In a recent revision of the common cassava recipes for household food security across Africa, 36 recipes were presented composed of 46 different food items (Sanni et al. 2006). In all, cassava comprised 31.1% of the non-water components by weight. That is the part that imported wheat would have contributed, had cassava not been incorporated into the mixtures for the recipes.

Population growth and its dispersal A good scenario of the spread and increase in human population across the region is important. People move and resettle in nearby countries and take citizen ship to do business. The owning and running of several homes as a security against difficulties in one country is already happening in the region. This is expected to spread.

It is the population of people that consume the cassava products irrespective of where the foodstuff is produced. It will be transported to the buyers in a form that meets the consumer's demand.

A Molecule for Sale. Starch is the molecule of the 21st century. It can be made into a thousand other molecules used by humans in all aspects of life. Cassava starch can be obtained pure or crude. In any way, it is useful and attracts different prices varying according to quality. Trade in cassava centres on dry cassava , flour and starch. Starch is the most expensive and most desired in processing industries. Only few countries export these products (Table 6 and 7).

Pathways and Flow-Paths. How do cassava and its derived products move across West Africa? Several avenues are used:

- Roads through normal border points or traditional bush paths
- Village markets along borders
- Cross-border trade routes
- Sea way through canoes and boats

Pricing is the most difficulty issue in the trade of cassava commodities across the region.

Potential Market for Cassava Ethanol. In the coming years, many small cottage mills will process cassava roots into low percent ethanol. These will be then bulked at bigger plants that will more efficiently re-distil it to make higher-grade ethanol for pharmaceuticals, beverages, spirits and fuel mixes with petroleum. Nigeria has taken steps towards 10% ethanol in petroleum fuels for vehicles so as to reduce the level of dependence on fossil fuels that are exhaustible. Use of cassava is shared between human food, feed for livestock and industrial uses in varied ratio between countries (Table 8; Figure 3).

In 2006, the Group General Manager of the Renewable energy Division of the Nigeria National Petroleum Corporation Abuja advertised [in the *Economist,* page 154 of 23 December 2006 for tenders to make request of expression of interest to investors on bio-fuel joint ventures on sugarcane and cassava ethanol and palm oil diesel projects. Regarding cassava, one 10,000 ha farm fitted with an ethanol plant. This is an example of where the future is for cassava in small and big scales. What this advert implies is that the firm would need surrounding roots to buy if the price is good and fair. The processing plant would have to augment her own field production with as much roots as she can buy from these open market or from contract cultivation for roots by selected farmers in the reach of the plant that road networks can allow.

SOME BRIEF COUNTRY REPORTS

COTE D'IVOIRE

Ouraga-Djoussou and Bokanga (1998) stated that cassava use in Africa is limited to traditional foods. The situation is very much so in Cote d'Ivoire. We provide a brief on aspects of the cassava consumption and marketing in Cote d'Ivoire based on information from CSRS (Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire), FAO statistics, survey of COSCA (Collaborative Study on Cassava in Africa) and Universities in Côte d'Ivoire.

Production Efforts to improve the cassava economy of CI hinges on. Increasing the cultivated area under cassava crop using best-bet practices. In Africa which produces about half of world cassava, Cote d'Ivoire is the fifth with an annual cultivated area of 320 000 ha that gave an output of 1,688,000 tonnes with and average yield of fresh roots at 5275 kg/ha in 2001. Cote d'Ivoire has good agro-ecologic conditions for the production of cassava though it has been grown on poor soils. A survey in 1988-1992 shoed that in the last 20 years, cassava production was increasing in 90% of the surveyed villages (Diallo 2000). Ivoirienne production increased from 450 000 tonnes in 1960 to 1 465 000 tonnes in 1990 e and to 1 688 000 tonnes in 2001.

Cassava producers in Côte d'Ivoire do not, in general, use improved varieties. The local varieties

are susceptible to attack from pests and generally low yielding. These producers are generally characterised by a very low level of technical efficiency. The average index of technical efficiency of cassava producers in the Centre and in the Centre-West of Côte d'Ivoire is about 50% (Diarra et *al*., 2003).

Processing. Most of the small producers of cassava are driven by a need to meet household food security. Cassava contains 60-70% moisture. Depending on the method of processing, the degree of elimination of ranges from 69.9% to 100%. Cassava processing has the following objectives (Kwatia and Jeon, 1990):

-reduction of losses in fresh roots after harvest;

-elimination or reduction of quantities of cyanide;

-improvement of the taste of derived cassava products;

-establishment of small rural processing entreprises .

Commercialisation World trade in cassava products is limited to a few dry products. These are starch, dry cassava in form of pellets, crumbs, chips, flour and their modified forms [chemical or physical]. There are also many derivatives and bye-products that bear no physical resemblance to cassava such as adhesives, sugars, and ethanol. However, only a small number of countries dominate the export and because more of the national output is low per person and little extra remains after food uses and losses are discounted from the output of cassava as (Table 9).

The cassava chain in Africa has generally been weak compared to that in other major world producers of cassava. Its production is traditional and is in small plots mainly destined for household food security. This is one factor that can stop the entry of Cote d'Ivoire into the international commerce of cassava is its predominant use as human food (see the amount of her export compared to other major exporters in Table 10).

Consumption The three major ways in which cassava are utilised are: for human food, livestock feed and as industrial raw material.

Derived products. Among these products, only few can be exported such as starch (food grade or non-food or industrial), chips, flour, sugar, gari, attiéké, and tapioca. Cassava is sued as raw material in producing a series of products (Apica 2000, Assanvo, 2000). The food products for consumption include: flour; bâton; gari; attiéké, tapioca, fermented pastes, spiced pastes (mintoumba); nouilles (in Congo); sugars (used in confectionaries); food starch used in the restaurant or in baby); kwem; Chikwangue; Kokonte; and Mapoka.

Industrial Products: Cassava enters industrial production mainly as non-food starch. The products are ethanol, vinegar; adhesives; printing and textiles industries, etc.

Gari—To assure good storage the moisture content of gari should be 8-10% but not exceed 12%. When recombined with water its volume rises three fold over the initial. The popularity of gari depends on its precooked granules can be incorporated in many dishes. Another advantage is that it can store for over 12 months (Anonyme 1999). Gari contains 6-10% moisture, carbohydrates 86.87%, proteins 1.5%, fibre 1.7-2.2%, and HCN 10 ppm or less (Sylvestre and Arraudeau 1983).
Attiéké—dough made from steam-cooked is fermented cassava paste. Several varieties especially the bitter varieties are used for its preparation. The granules vary in diameter according its locality and the preferences of the consumers. It is consumed after steam cooking and stored in plants or wrapped in leaves of banana or *Tomatococus danielli* or plastic sachets. Storage period is in relation to the method preparation but generally does not exceed a week under ambient temperatures.

The development of attiéké industry is handicapped by the irregularity of the quality of the product which varies in relation to the cassava variety used, the processing steps applied, especially how the fermentation is conducted and the period of fermentation, etc. Recent studies identified three

types of attiéké in Côte d'Ivoire; as well as the different micro-organisms predominant in traditional fermentation. Current work at CSRS aims at (i) tests to standardise fermentation and thus permit the stabilisation of the quality of traditional adjoukrou-type attiéké; and (ii) study the suitability of new cassava varieties to produce that good quality attieke so as to guide processors (Table 11).

A most interesting work is that of Dr Otokoré Dama Albert of the Université de Cocody here in Cote d'Ivoire in 2003. His work on fermented polyvalente flour of cassava; though not yet commercially exploited for human food, would solve much of the problems associated with the commercialisation of cassava in the form of attieke. It will help to popularise attieke beyond its present areas of consumption across the West Africa. It is dry, stores for over a year and is organoleptically acceptable for reconstitution into attiéké, placali, and attoukpou. The packaging of milled flour in sachet resulted in a 4-fold reduction in the number of haulage containers. A huge reduction in marketing costs.

Cassava flour—can be use alone or in substitution of other types of flours [wheat, other local cereals]. In households: cassava flour is used in households to make new recipes including baked products such as biscuits, small bread loaves, buns, cake, bread, pâtes feuilletées, pâté en croûte et autres. It is generally cheaper than imported wheat flour allowing for supplementary use with wheat flour for different products. In food industry: Demand for cassava flour is rising for use in commercial food products (Table 12). Its use will reduce Africa's wheat importations.

Tapioca is prepared from fine starch with 40-45% moisture. The step of making tapioca includes: granulation, gelatinsation, and drying. Average composition of tapioca (FAO, 2001) is 12.5% moisutre, carbohydrates (besides cellulose) 87.25% ; Cellulose 0.01%, proteins 0.03 ; lipids 0.01%; and ash 0.2%.

GHANA

1. Root and tuber (R&T) crops occupy an important strategic place in Ghanaian agriculture as smallholders grow them both as household food security and cash crop. R&T crops contribute about 40% to agricultural GDP and 25% of overall GDP.

2. Cassava. Cassava is produced in all regions of Ghana, except for some district in the north. The transitional zone is the main surplus area. Cassava is the main energy source in the diet of rural poor and provides a regular source of income for smallholders, processors and rural dwellers. Cassava is the only R&T crop processed on a commercial scale. The traditional food products from cassava are *gari*, *fufu*, *agbelima*, and *kokonte*. *Gari* is most important for trade. The processing of cassava into *gari* is extending into non-traditional areas such as Upper East and Northern Regions. The growing demand for *gari* in the rapidly expanding towns and in countries sharing boarders with Ghana such as Burkina Faso, and Ivory Coast, has been an important factor in this growth. The overall quality of *gari* produced is very poor; although good quality *gari* is produced in Volta region. Women dominate artisanal cassava processing (95% of processors are women)--a principal income generating activity in rural areas.

3. Cassava root production in Ghana rose sharply from 5.7 million tonnes in 1991 to 10.2 million tonnes in 2003. The cyclical component of cassava prices is extremely strong. Many farmers expand the acreage under cassava when prices are high, but reduce acreage significantly when prices are low. This behaviour has led to gluts and depressed farm gate prices in 2000 and 2004 (Table 13) but high prices in 2002 and 2005. During the first half of 2004, cassava prices were very low, but rose in late 2004 (the *gari* price doubled at farm gate in 2004) and should further rise in 2005-2006.

4. Major cassava production issues relate to: (i) participative screening and release of high yielding, multiple pest- and disease-resistant cultivars (with resistance to the virulent form of cassava mosaic disease (CMD); (ii) proven sustainable crop and soil

management technologies; (iii) mitigation of the strong cyclical fluctuations of prices and surplus production.

5. The traditional processed forms of cassava will continue to dominate cassava-marketing channels and demand in the short and medium future. Demand for gari appears to rise. Gari processing is expanding to central and northern Ghana. Rural processors are interested in gari because it is a convenience food that stores well and is easy to sell. Gari processing is labour-intensive and its profitability depends on access to good processing equipment.

6. Returns to labour vary [0.5-9 US$ per day]. Rural poor, mainly women, dominate the activity. At the moment, important seasonal trade flow of gari exists between the transition zone in Ghana and the Sahelian market (Burkina Faso, Niger) during the hunger season (February–July). The Tachiman area in central Ghana has become the centre of a gari industry where several groups of 20-70 women established processing centres; with some being the most advanced in gari processing. Technologies (frying) were developed by local NGOs and could be used as a model for other groups. [Estimates based on: Constraints and opportunities for small and medium scale processing of cassava in the Ashanti and Brong-Ahafo regions of Ghana, ICRA/KNUST, Working document series 117, Ghana 2004]

The key issues relate to how to: (i) give the rural poor access to improved cassava (mainly gari) processing technology in cassava surplus districts, (ii) provide skills training (marketing, processing; management, quality, hygiene, environmental issues, etc.); and iii) demonstrate best practices.

Opportunities for Root and Tuber Crops Commodity Chains

7. New forms of R&T for human consumption. Exports of processed R&T to Europe are growing steadily, but growth potential is limited. Meanwhile, a small market for R&T quality products (instant flour, etc.) and distributed via local supermarkets exists in Ghana. Quality requirements in both markets are comparable (improved packaging, brands, hygiene, etc.). Per unit profit margins of these high-value added products in the export markets are high, which results in retail prices that are too high for the local market. Most SME processors and exporters involved in these chains are based in southern Ghana. RTIP-I is supporting some of them with adaptive research, access to equipment, marketing analysis, linking up with farmer groups, etc. Growth potential of this segment is high, but volumes would be limited in the short and medium term. Expansion in the local market would imply bringing down the retail price and improving efficiency among SMEs.

8. Cassava as industrial raw material. Presently, cassava in Sub-Saharan Africa is primarily produced for food with little use in agri-business sector as an raw material. The crop can be processed into several secondary products of industrial market value. These products include chips, pellets, flour, adhesives, alcohol, and starch, which are vital raw materials in the livestock feed, ethanol, textile, confectionary, plywood, food, and soft drinks industries. A promising short-term opportunity is for unfermented cassava flour: (i) which substitutes for imported alternatives as paperboard and plywood glue extenders; (ii) wheat substitution in bakery products. One option is to organise small farmers in order to bulk their produce and organise a primary processing.

9. Feed market. Short-term demand potential for cassava is to be found in the domestic feed market. It is however crucial to solve the supply line problems, namely drying of chips, organisation of poor farmers in supply lines. At the moment, export of cassava pellets for the European feed sector is no viable option given the huge gap between current international prices for cassava pellets and the fob price for cassava chips in West Africa. A more nationally oriented marketing through satisfying new and emerging cottage a and industrial requirements are likely to be sustainable (Table 14).

Prices at wholesale level: An overview of the development of annual average national wholesale prices from 1990 to 2003 in nominal terms indicates that cassava prices in US$/t at wholesale level vary between 68 and 149 US$/t, yam prices between 158 and 369 US$/t and cocoyams between 141 and 289 US$/t.

Gari: Sales prices of gari vary from 270 to 390 US$/t and gross margins for the processor between *54 and 110 US$/t*[1]. Wholesale prices for both cassava roots and gari prices fluctuate year-round from 197 to 421 US$/t (MOFA). If wholesale price for gari (1990-2002) is benchmark and if raw cassava to gari conversion ratio is 5:1, the best price processors can pay to farmers is *39-84 US$/t*.

HQCF: There is a lack of profitability analysis of HQCF since the product is not widely produced. From field data, root price of 150 US$/t and total production costs of 133 US$/t (of which 25 US$ are labour costs) and an factory sales price of US$ 345/t the processor's margin has been put at 82 US$/t or 30% of total production costs. There is huge market potential for HQCF domestically as flour can be used in the baking industry to substitute wheat flour if HQCF prices are lower or at par with wheat flour prices. Wheat flour now sells for 220,000 c/50kg or 480 US$/t. The main bottlenecks relate to constant supply and adequate volumes to the baking industry.

Instant fufu or yam powder: Producers[2] have reported selling prices at about 400 US$/t and indicated positive processing margins when exporting to overseas markets. However quantities are small and exporting is a specialised business and it is questionably whether the average R&T processor is able to access international markets.

Starch: The only starch processor in Ghana has fixed the fresh root price at 350,000 c/t delivered to the factory in 2005 [38 US$/t]. Due to the location of the starch factory and its closeness to the Accra, farmers who deliver to the factory are unable to benefit from reasonable margins since fresh roots sell at much higher prices on the urban food market. Block farming and intercropping with shorter time yielding products have been introduced by the processor in order to overcome raw material constraints. The processing company itself is limited to sell to the initial sponsor of the investment, the Danish Starch Institute (at a loss) at 178 US$/t. Domestic and regional starch markets are more profitable with prices at 300-400 US$/t. Starch yields are very low and there is no variety being promoted which optimises starch content and a short maturity.

Cassava chips: Chip prices for export are directly related to barley prices. In case of high prices for barley, cassava chips attract a profitable price, if feed grain prices drop, chip producers have not been able to supply at a profitable margin. Chip yields are 30-35% of fresh roots and investment costs very low since it has been shown that chip producers prefer manual chipping and sun drying. Profitability is limited to areas where fresh tubers do not have a market due to the remote location of the production area: Prices of 25-40 US$/t has been offered in the past to chip equivalent to 8-10 US$/t of fresh roots. Thus, farmers only agree to produce chips in areas and at times where the fresh root market is not available. However, there is a potential for chips when looking at the domestic chips markets (poultry feed makers including farmers). In all, market prices for alternative energy sources in feed are higher in the domestic market (for example. maize in May 2005 sold at 450 US$/t) and cassava farmers benefited from these market outlets if they were able to produce constant volumes and the required quality.

GUINEA

In Guinea, cassava is an important crop, with a national production estimated at 1,350,000 tonnes from 270,000 ha and a mean root yield of 5.0 t/ha (FAO 2005). This is equivalent to 11% of the total cultivated area and accounts for 16% of the food energy consumed by Guinean people. Local rice contributes 26% of food calories and occupies 49% of the cultivated area. Presently, cassava is a staple for people in dry zones of Guinea where the soil fertility is very low and farmers cannot apply inputs such as expensive and unavailable fertilisers.

The major constraints to cassava production in Guinée are: 1) Low soil fertility; 2) use of genotypes

[1] Costs and benefits of alternative approaches to cassava processing, W. Quaye and W.A Plahar, CSIR, Accra, 2004

[2] Elsa food, Tema

susceptible to CMD, mealy bug, green mites infestation, and termite attack; 3) livestock damage; and 4) absence of improved varieties (IRAG, 2003).
Most of the varieties planted are local types that are susceptible to CMD which grow for 6 months and give low yields. The Ministry of Agriculture initiated a survey on production, processing, marketing and consumption of cassava in 1999 in all agro-ecological zones of Guinea to establish the cassava commodity chain.

Commercialization. Market survey of nine towns as regards their zones of production or consumption (Conakry, Kamsar, Labé, Faranah, Kankan, Mandiana, Sinko, N'zérékoré et Guékédou). Five rural markets were also surveyed: Boké (Kolaboui), Pita (Ninguélandé and Timbi Madina) and Faranah (Tiro and Nyaléa). These surveys allowed the determination of market type, trader groups, types of products sold, and their flows. Three markets held daily (Conakry, Labé and Kankan). Cassava sales continue according to trickle from small to medium and larger markets as transport and bulking arrangements permit. It is most important to note that the share of income to cassava stakeholders in the chain varies from location to location among producers, assemblers of roots and products from different local producers and processors, wholesaler and retailers (Table 15). Wholesalers are get the most income from the volume of sales that they handle.

SIERRA LEONE

Cassava for food dominates the current usage in Sierra Leone. A little percentage is however being used for livestock and other cottage industries. Roots come from small separate bush fallow farms planted with cassava under intercrops and thus give average cassava root yield of about 7 t/ha when planted at 1.2 x 1.2 m with 3-5 stakes and harvested 6-9 months after planting. Cassava makes up some 30-50 % of the sole crop stand density. The absorptive capacity of the market affects the response to production of cassava. However, rice is 10 times the value of cassava sold (Roberts 1992).

Marketing channels will depend on the infrastructure and this is at present inadequate. Farm labour allocated to cassava production is 20% in the south and only 10% in the north of the country. This has implications for the use and supply of cassava roots to any processing plants. Cassava plants are sold un-harvested by farmers and allow the buyers to harvest roots. In this way, it is very difficult for the farmer to understand yield variations due to his field practices.

NIGERIA

Cross Border Trade. Every community border point in Africa is a trade zone from earliest times. That was long before the 1884 pencils drew imaginary lines on the African map to share the land among European powers of that period. Those markets still exist and though now sometimes labelled illegal on paper, all people of both sides of the border trade in them: buying and selling. The volume of what is traded is often not captured in the formal records of the governments on either side. A recent attempt to chronicle the action was presented by Ezedinma *et al.* (2006) for Dawanau cross border market in kano State in Nigeria (Table 16). In one week in March 2005, some 1,455 tonnes of gari and 1,734 tonnes of cassava chips were traded.

Speculates for West African Cassava Economy

1. Export of cassava and its products from West Africa will be largely limited to demand areas within Africa for reasons of quantity, quality, type of product, tardiness of operations, high price, packaging, transportation difficulties, international and national policy conflicts, commodity network-chain unions, etc.
2. Climate change will destabilise and reduce outputs of cereal and pulse crops thereby raising the demand for cassava.
3. Cassava shoot, foliage and root wastes will increasingly be converted to feed for poultry, pigs, goat, sheep, fish, and other small ruminants

Acknowledgements: Many people helped in assembling the materials used in the preparation of this paper. Paul Ilona Cassava Trials Manager and C.C. Okonkwo of Yam Program, IITA Ibadan. Support for country reports were received for: Cote d'Ivoire: Charlemange Nindjin, from Université Abobo-Adjamé / CSRS and N'Zue Boni, Sélectionneur manioc, CNRA, 01 BP 1740 Abidjan; Guinea: El Sanoussy Bah; Ghana: Mr Adjekum of RTIP, Marie O. Yomeni who computed the West African cassava demand, Bukola Bamkefa, and many others too many to mention.

REFERENCES

Anonyme.1999:Préparation traditionnelles du gari. http://hammock.ifas.ufl.edu/cassava/6247.

Apica 2000. Description des pratiques actuelles de transformation. *Apica, Fiches techniques, filière manioc*. http://www.africadev.net/apica/documents/manioc/pratique.html.

Assanvo J. B., Agbo N. G., Béhi N. and Farah Z., 2000. Enquêtes de consommation et de production d'attiéké réalisées à Abidjan, Dabou et Jacqueville. Rapport. LBSA (Université de Cocody) /CSRS/ ETHZ.

Diallo S. S. 2000. Les déterminants de la décision de commercialisation et de la contribution du maniocau revenu des producteurs en Côte d'Ivoire: une analyse économique à partir des données de l'étude COSCA. Mémoire de DESS en Economie Rurale, CIRES, Abidjan.

Ezedinma C., R.U. Okechukwu, L.O. Sanni, E. Okoro, J. Lemchi, F. Ogbe, M. Patino and A.G.O. Dixon. 2006. Cross-border trade in cassava-based products. International Institute of Tropical Agriculture Ibadan, Nigeria. Presented at the 14th triennial Symposium of the ISTRC, Trivandrum, India. December 2006.

FAO, 2001: FAO Database 2001. http://www.fao.org.

Igue J.and Schumacher S. edited. Towards a better regional approach to development in West Africa. Accra, Ghana 20-21 May 2002. Organisation for economic co-operation and development [OECD] 146 pages.

IRAG. 2003. Survey of Cassava systems in Guinea. Ministry of Agriculture, Conakry, Guinea.

Kwatia J. and Jeon W.Y. 1990. in «Cassava in Tropical, IITA», Ibadan, Nigéria.

Manyong VM, Dixon AGO, Makinde KO, Bokanga M and Whyte J. 2000. The contribution of IITA-improved cassava to food security in sub-Saharan Africa: an impact study. IITA Ibadan, Nigeria. 11p.

Maziya-Dixon B, Akinyele IO, Oguntona EB, Nokoe S, Sanusi RA, and Haris E. 2004. National food consumption and nutrition survey 2001-2003. Summary. IITA Ibadan, Nigeria. 11p 67p.

Otokoré D. A. 2003. Mise au point de la farine fermentée polyvalente de manioc: POLYCASSAV. Communication présentée au BNETD (Bureau National d'Etudes Techniques et de Développement) le 02 juillet 2003, Côte d'Ivoire.

Ouraga-Djoussou L.H. and Bokanga M. 1998. Cassava and wheat consumption in Africa: new opportunities for cassava in the 21st century. Pages 328-332 Proceedings of the 6th ISTRC-AB symposium. Lilongwe, Malawi.

Roberts T. 1992. Cassava production, processing and marketing: Problems and prospects in Sierra Leone. Pages 77-96 in Cassava as a cash crop for food, fuel, fodder and chemicals. Common wealth Science Council, London, UK, Biomass Users Network, Proceeding 290. Bulawayo, Zimbabwe. May 1991.

Sanni L., Maziya-Dixon B., Onabolu A.O., Arowosafe B.E., Okoruwa A.E., Okechukwu R.U., Dixon A.G.O., Waziri A.D.I., Ilona P., Ezedinma C., Ssemakula G., Lemchi J., Akoroda M., Ogbe F., Tarawali G., Okoro E., and Geteloma C. 2006. Cassava recipes for household food security. IITA Integrated Cassava Project, Ibadan, Nigeria. 45 pages.

Sauti R.F.1992. The role of cassava for human, animal ad industrial use: The Malawi Experience.

Page 69-76 in Cassava as a cash crop for food, fuel, fodder and chemicals. Common wealth Science Council, London, UK, Biomass Users Network, Proceeding 290. Bulawayo, Zimbabwe. May 1991.

Silvestre P. and Arraudeau M. 1983. Le manioc. Techniques agricoles et productions tropicales. Edition G. P. Maisonneuve et Larose et ACCT, 263 p.

Tarawali G., Adedzwa D.K., Ezedinma C., Okechukwu R., Lum A.F., Dixon A.G.O., Akoroda M., Ogbe F., Lemchi J., Sanni L., Ilona P., and Okoro E. 2007. Community analysis of Ikot Etuk State, Nigeria. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan. 46 pages.

Table 1. Income from various on-farm and non-farm activities in Abak Urban, Akwa Ibom State, Nigeria

On-farm activities	Grown by	Income ('000 Naira)	Share of rural income (%)	*Off-farm* activities	Engaged in by	Income ('000 Naira)	Share of rural income (%)
Crops		90 percent				88 percent	
Cassava	all	500	40	Trading	all	250	30
Maize	all	300	2	Motocycle taxi	youth	270	10
Yam	all	250	2	Welder	men/youth	540	2
Vegetables	men/youth	350	5	Mechanics	men/youth	810	0.5
Okra	women	200	1	Driving	men/youth	810	5
Pepper	women	400	1	Builders	men/youth	0	10
Melon	women	350	1	Electrician	men/youth	540	8
Palm fruits/oil	men/youth	2500	40	Grinding food items	women	270	10
Pineapple	men/youth	100	1	Civil service work	all	270	10
Plantain	all	250	5	Tailoring	all	260	10
Tomato	women	50	1				
		5250	99			4020	95.5

Income of about 1000 people of Ikot Etuk Udo community in Abak Urban. December 2007
Source: Tarawali et al. 2007.

Figure 1. Based on the 2000 density of population in West Africa, there is need for the Nigeria-Benin-Togo-Ghana group to evolve a strong cassava commodity chain and then supply all other shortfalls of demand in the other countries of the 15-nation ECOWAS.

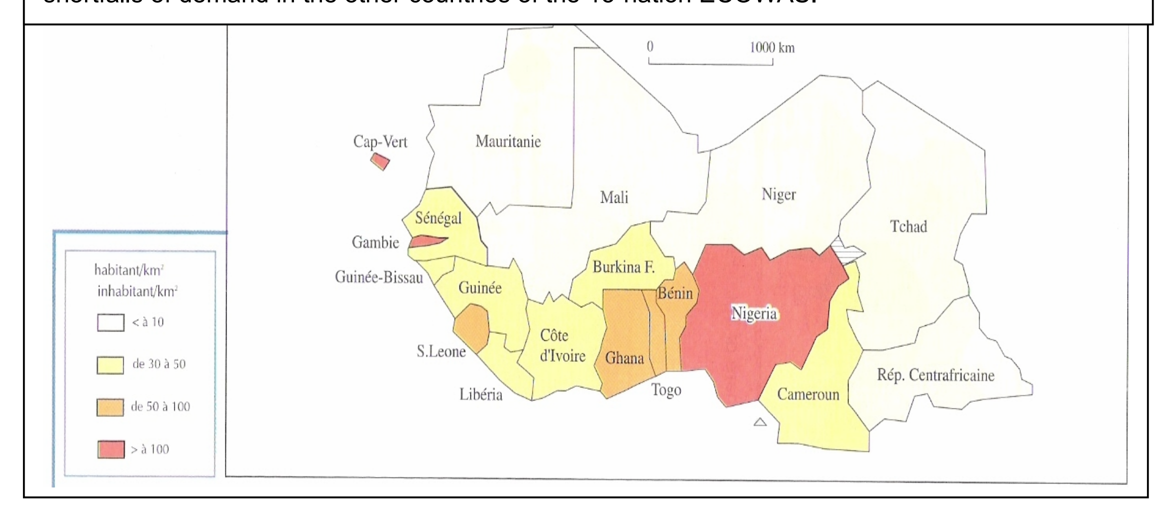


Table 2. Size of the Nigerian industrial cassava market (excluding the food sector)

Cassava product required	Current domestic demand	percentage substitution	Potential root need [tonnes]	Fresh root [m tonne]
Starch	230,000 t	50	115,000	1.15
Flour	330,000 t	10	330,000	1.32
Ethanol E10	1.1 b L	50	550,000 L	4.40
Ethanol industrial & Beverage	160 m L	100	160,000 L	1.04
Animal feed	1.2 m t	20	240,000	0.96
Total required	-	-	-	8.87

Table 3. Estimated gross economic benefits [GEB] from the use of improved cassava varieties in seven selected countries of West Africa in 1998 [Manyong *et al*. 2000].

Country	Total hectares planted [x1000ha]	% of ha under improved varieties	Average yield of local varieties	% advantage over local varieties	Increased output [1000t]	GEB /ha	Total number of beneficiaries	% of 1996 popn benefited	
							A	B	C
							D	E	F
							G	H	
Benin	158	10	7	71	79	83	109941	1.98	
Cote d'Ivoire	270	20	7.5	20	81	90	112724	0.80	
Ghana	630	30	6.5	125	1,536	41	2,137,060	11.98	
Guinea	140	21	6	18	32	165	43,944	0.58	
Nigeria	2,950	23	13	45	4,091	142	5,693,760	4.95	
Sierra Leone	48	23	7	71	56	333	75,915	1.77	
Togo	112	14	9	44	64	447	88,509	2.11	

Table 4. West Africa Cassava Consumption and Marketing Statistics: 2005-2006

	West African Country	2006 Population (million)	National land area (million ha)	FAO 2005 production (tonne)	FAO 2005 harvested area (ha)	FAO mean root yield (t/ha)	Total root requirement (tonne)	Total roots sold (tonne)
1	Cape Verde	0.5	4	3000	260	11.539	34679	32879
2	Senegal	12.0	197	281487	26040	10.810	1041773	872881
3	Gambia	1.5	11	7500	2500	3.000	102536	98036
4	Guinea Bissau	1.4	38	38000	2500	15.200	126700	103900
5	Guinea	9.8	246	1350000	270000	5.000	1970900	1160900
6	Sierra Leone	5.7	72	390000	75000	5.200	751136	517136
7	Liberia	3.4	111	490000	75000	6.533	705414	411414
8	Cote d'Ivoire	19.7	322	1500000	300000	5.000	2748136	1848136
9	Mali	13.9	1240	13000	1000	13.000	893664	885864
10	Ghana	22.6	239	9738812	783900	12.424	11170683	5327396
11	Burkina Faso	13.6	274	2000	1000	2.000	863657	862457
12	Togo	6.3	57	725000	120000	6.042	1124150	689150
13	Benin	8.7	113	3100000	240000	12.917	3651207	1791207

14	Niger	14.4	1267	100000	5000	20.000	1012343	952343
15	Nigeria	140.0	924	38179000	4118000	9.271	47049000	24141600
	Total	273.5	5115	55917799	6020200	8.447	73245978	39695298

Table 5. Frequency [number of times per week] of consumption and the availability and affordability for 9-12 months of the year of staple food crops at national level in Nigeria 2001-2003 [Source: Maziya-Dixon *et al*. 2004]

Staple Food crop	Number of observations	0 /wk	1-2 /wk	3-4 /wk	> 4 /wk	Overall percentage	9-12 months Avail.	9-12 months Afford.
Cassava	6708	0.63	6.85	4.61	4.45	16.5	12.90	11.04
Cowpea	4805	0.31	4.31	4.45	2.77	11.8	10.75	9.47
Groundnut	4520	0.18	4.07	3.58	3.31	11.1	9.31	8.11
Maize	8170	0.68	6.15	6.35	6.96	20.1	10.62	8.66
Plantain	2402	0.63	3.45	1.29	0.55	5.9	4.74	3.5
Rice	6048	0.52	5.89	5.26	3.24	14.9	14.83	12.3
Sorghum	2682	0.08	1.22	2.19	3.12	6.6	6.03	4.8
Soybean	1036	0.25	1.48	0.47	0.35	2.6	2.87	2.12
Yam	4209	0.45	4.92	3.29	1.72	10.4	10.13	6.80

Table 6. Cassava World Trade among Major Countries. FAO 2001.

Country	Export Volume (tonne)	Export Value (1000$)	Import Volume (tonne)	Import Value (1000$)
Dry cassava				
Brazil	262	162	-	-
Côte d'Ivoire	13	9	-	-
Ghana	30	12	-	-
China	-	-	1,977,585	-
Malaysia	933	151	43	17
Indonesia	177,075	13,687	65	83
Thailand	4,684,648	262,057	-	-
South Africa	8	2	1	-
Cassava flour				
Brazil	1,470	434	2	2
Côte d'Ivoire	11	31	-	-
Ghana	741	303	-	-
Niger	-	-	3,275	-
Malaysia	-	-	292	27
Thailand	114,176	18,654	4	7
Starch				
Brazil	17,936	4,304	3,302	837
Côte d'Ivoire	17	8	-	-
Ghana	12	17	-	1
Madagascar	-	-	75	29
Malaysia	194	47	67,627	11,528
China	-	-	496,091	90,919
Indonesia	10,928	2,820	66,344	9,969
Thailand	748,819	123,242	30	11
South Africa	-	-	2,165	344

Table 7. Percentage of world trade of cassava in dry form, starch and flour. FAO 2001.

Region of the world/ Major Countries	Dry cassava Export	Dry cassava Import	Cassava Starch Export	Cassava Starch Import	Cassava Flour Export	Cassava Flour Import
North America	-	-	-	2	-	-
USA	-	<1	-	-	-	-
Latin America/Caribbean	1	<1	<1	-	-	2
Brazil	-	-	1	-	1	-
Asia	2	1	4	41	<1	59
China	-	35	-	52	-	-
Indonesia	3	-	2	-	-	-
South Korea	-	8	-	-	-	-
Thailand	84	-	79	-	98	-
Africa	3	<1	<1	-	<1	25
Côte d'Ivoire	-	-	-	-	-	-
Ghana	-	-	-	-	-	-
Madagascar	-	-	-	-	-	-
Niger	-	-	-	-	-	-
South Africa	-	-	-	-	-	-
Rest of the World	10	56	14	5	<1	14

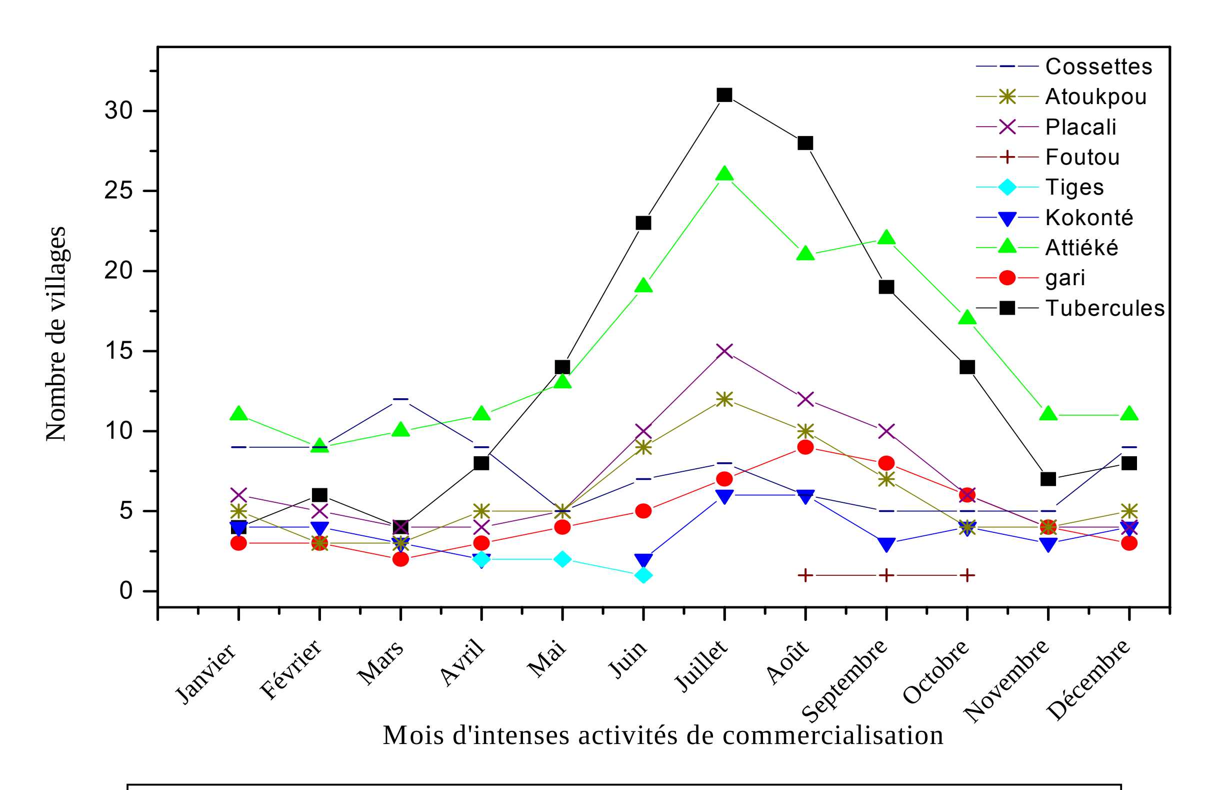


Figure 3: Monthly changes in national cassava marketing by derived products in Cote d'Ivoire The intensity of sales of these products vary year-round. Diallo (2000)

Table 8: Availability of cassava in some nations in 2001 (FAO 2001)

Country	National output (tonne)	Percent to human	Percent to livestock	Percent to other uses
Nigeria	32010000	43.10	25.20	31.70
Brazil	23300772	33.89	50.29	15.82
RD Congo	16412125	90.54	5.40	4.06
Madagascar	2565942	84.38	9.60	6.02
Thailand	2228248	31.44	0.01	68.56
Côte d'Ivoire	1690836	89.91	5.09	5.00
Congo	827582	98.41	0.30	1.29
Malaysia	812954	41.50	2.34	56.17
South Africa	11041	0.23	0.01	99.77

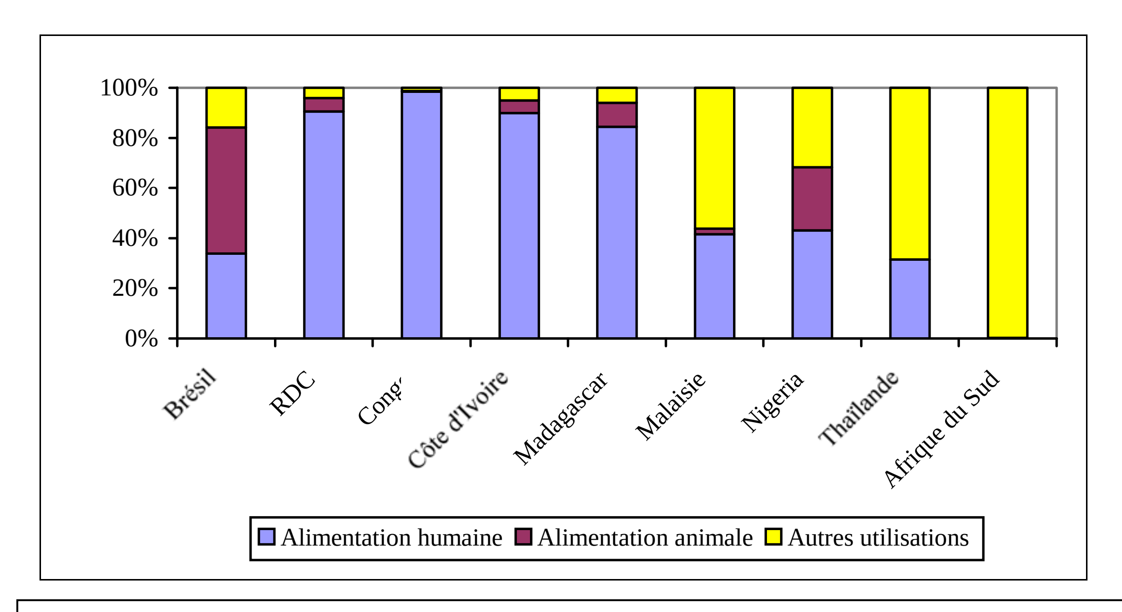


Figure 3: Distribution (%) availability of cassava within some nations in 2001 **(**Source: FAOSTAT, 2001)

Table 9: Changes in the cassava availability/person/year (kg) (FAOSTAT, 2001)

Pays	Year				
	1997	1998	1999	2000	2001
South Africa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Brazil	41.5	40.2	42.0	46.3	44.3
RD Congo	317.3	316.3	301.8	291.7	284.2
Congo	278.5	255.3	269.4	269.9	268.3
Côte d'Ivoire	101.5	99.0	96.3	94.9	92.8
Ghana	237.7	229.9	214.3	217.7	217.1
Indonesia	57.9	55.3	55.6	56.0	55.3
Madagascar	132.5	131.1	128.9	135.6	135.5
Malaysia	17.8	16.1	15.7	15.2	15.0
Nigeria	131.6	130.6	127.1	121.2	135.5
Thailand	10.9	10.8	11.0	11.2	11.3

Table 10: International trade of cassava for some producer in 2001
(Source: FAOSTAT, 2001)

Pays	Exports (tonne)	Imports (tonne)
Brazil	81775	13216
Congo	546	-
Côte d'Ivoire	576	-
Madagascar	-	417
Malaysia	6105	340049
Thailand	16197321	150
South Africa	25	8663

Table 11: Attiéké prepared and analysed CSRS laboratory in Cote d'Ivoire (Assanvo 2002)

Aspect	Traditional fresh attiéké
Chemical aspect	Moisture: 45%, Titratable Acidity: pH: 4 - 4,58 HCN level (mg/100g): trace; Starch: 66-88%.
Physical aspect	Diameter of granules: 0,8 mm-1,5 mm
Microbiological standards	For attiéké cooked (100°C) devoid of: 1. All Coliformes; 2. E. coli; 3. Streptococcus pathogens; 4. Staphylococcus pathogens; 5. Salmonella
Sensory attributes	Color : white cream, yellow cream; Texture: sticky Taste: slightly acidic
Storage	Duration: limited to ambient temperature (a week), some months in freeze

Table 12: Potentials for use of cassava flour (source: FAO 2001)

Product	% of substitution with flour	Quality of product
Sauces	100	Improved Consistance, absorbs moisture, acceptable color
Biscuits	5-50	Texture firmer, Acceptable taste, more crispy
Cakes	5-30	Acceptable taste, good volume
Food pastes	20-25	Good quality
Cornet à glace /Ice cream	5-100	firmer, maintains good texture
Soups in sachet	20-100	Acceptable taste

Table 13: Average costs of production for cassava roots in Ghana, 2004

	Costs (c/acre)	Costs (c/ha)	exchange rate (c/US$)	Costs (US$/ha)	Costs (US$/t with yield at 17.5t/ha)	Costs (US$/t with yield at 12t/ha)
2000	730,000	1,825,000	5,455	335	19	28
2001	960,000	2,400,000	7,17	335	19	28
2002	1,100,000	2,750,000	7,933	347	20	29
2003	1,400,000	3,500,000	8,677	403	23	34
2004	1,635,000	4,087,500	9,005	454	26	38

Source: own estimates based on: Constraints and opportunities for small and medium scale processing of cassava in the Ashanti and Brong-Ahafo regions of Ghana, ICRA/KNUST, Working document series 117, Ghana 2004

Table 14: Products, markets, market size and existing buyers in the cassava commodity chain

Form	Products	Market	Market size	Existing buyers
Cassava	unprocessed fresh tubers	fresh tubers	very large 10m t (2003)	households, catering institutions
dry	gari		Large 600,000 t (1994, MOFA)	households, catering institutions
	kokonte		small, no known quantity	households, catering institutions
wet	agblema		unknown, but large	households, catering institutions
	fufu		medium but little commercialised	households, catering institutions

Form	Products	Market	Market size	Existing buyers
animal feed	cassava chips	animal feed	25,000t [3]- 45,000 t[4] for domestic market, international market of 3.9m t (2003)	feed industry, poultry farmers, i.e. GAFCO, Sydal farms
starch	thickener, binder, plywood, confectionary, textile industry	industry	15,000	Lever, Nestle, plywood factories in Kumasi and Takoradi
flour	cassava flour, HQFC	bakeries plywood makers	55,000 t about 3,000t	bakers, however flour not available potential only
glucose		sweet makers	110t	n.a.
alcohol		distilleries	23,000t	n.a.
		cleaning agents	n.a.	n.a.

[1] Poultry Farmers Association, 2005 assuming there are 10m birds per annum eating 50kg p.a., inclusion rate 5%.
[2] Supply lines for cassava chips, 2004, assuming that 20m birds are fed with 50kg a year and 20% of cassava chip inclusion into their ration

Table 15. Monthly income [thousand francs/month] of different actors in the cassava chip chain in different geographic locations across Guinea

	Producers	Assemblers	Wholesaler	Retailers
Guinea	26	16	240	16
Conakry	21	33	270	44
Labe	38	10	570	15
Faranah	8	16	-	4
Kankan	29	13	110	6
Mandiana	15	12	210	?
Sinko	34	?	580	21
Nzerekore	-	7	120	-
Gueckedou	-	20	370	11

Table 16. Gari and cassava chips volume and value of cross border trade in 'week nine' for at Dawanau market, Kano State, Nigeria estimated from number of lorries off loaded at N50,000/tonne of gari and N35,000 t of chips.[N=Nigerian naira =126-129/US$]

[3] Poultry Farmers Association, 2005 assuming there are 10m birds per annum eating 50kg p.a., inclusion rate 5%.
[4] Supply lines for cassava chips, 2004, assuming that 20m birds are fed with 50kg a year and 20% of cassava chip inclusion into their ration

March 2005	Volume (tonne)	Value ('000 N)	Volume (tonne)	Value ('000 N)
7	240	12,000	246	861
8	300	15,000	222	7,770
9	135	6,750	282	9,870
10	285	14,250	465	16,275
11	150	7,500	189	6,615
12	120	6,000	276	9,660
13	225	11,250	54	1,890
Total	1455	72,750	1,734	52,941

Consommation et organisation du marché de manioc en Afrique de l'Ouest

M.O. AKORODA
Département d'Agronomie, Université d'Ibadan, Ibadan, Nigeria
ISTRC Conseiller pour l'Afrique. Email: m_akoroda@yahoo.com

Les 15 Etats de l'Afrique de l'Ouest ont constitué une union régionale désignée sous l'acronyme de CEDEAO. Sur cette base, ce que l'avenir réserve en fin de compte au manioc, comme à d'autres denrées, c'est qu'ils se répandent et fassent dorénavant l'objet de commerce entre ces Etats. Dorénavant, la discussion doit porter sur la création de la demande de l'utilisation du manioc dans l'alimentation, dans les aliments du bétail et dans les industries locales. L'amidon est la molécule la plus importante présente dans le manioc. Il peut servir de matière première dans la fabrication d'un millier d'autres produits utiles. Cette tendance industrielle s'accentuera lentement avec la disponibilité d'investisseurs de capitaux. Toutefois, la transformation du manioc en des formes moins raffinées pour servir d'aliments pour animaux d'élevage [la vache, le porc, la chèvre, le mouton, la volaille et les poissons] est plus réalisable dans l'immédiat. En outre, les tests et les observations des recherches scientifiques montrent que les petits cultivateurs et les propriétaires de bétail peuvent désormais en tirer parti. Il y aura toujours des excédents dus à l'incapacité de vendre des racines non transformées dans des cas dispersés et dans les zones enclavées difficiles d'accès alors que la distribution et la diffusion des techniques de transformation appropriées prennent de l'ampleur. Ce dont on peut se défaire grâce au marketing [offre payée], c'est la consommation réelle, mais ce qu'il faudrait pour satisfaire tous les types d'aliments pour le ménage, les compléments alimentaires et les utilisations industrielles, c'est la demande, si tout va bien. Pendant toutes les 52 semaines de l'année, la commercialisation indique des tendances cycliques au niveau des réserves de racines, des coûts locaux de production et des prix des racines de manioc et d'une variété de produits transformés. La population combinée des 15 Etats de l'Afrique de l'Ouest atteint un total de 273,5 millions d'individus dont la demande annuelle en matière de consommation de racines de manioc est estimée à 73,2 millions de tonnes en 2007/2008 dont environ 39,7 millions de tonnes se vendraient sur des marchés (40 à 50 pour cent). La totalité de la production de manioc en Afrique de l'Ouest s'élève actuellement à environ 55,9 millions de tonnes. Il y a un déficit d'environ 17,3 millions de tonnes de racines. Les nouvelles terres arables qu'il faut pour cultiver le manioc supplémentaire nécessaire s'élèveraient à 8,3 millions d'hectares. Ces estimations prennent comme hypothèse : 1) la population de chaque pays en 2005/06 ; 2) les superficies actuelles de manioc dans chaque pays ; 3) les rendements actuels qui doivent se poursuivre dans chaque pays ; 4) selon toute attente, le volume de manioc supplémentaire nécessaire par personne sera identique à celui dont l'estimation a été faite concernant le Nigeria.

Mots-clés : manioc, demande, foufou, gari, éthanol, consommation, marketing, Afrique de l'Ouest

INTRODUCTION

L'Afrique de l'Ouest compte 15 Etats : ce sont dans l'ordre vers l'est à partir du Cap Vert, le Sénégal, la Gambie, la Guinée-Bissau, la Guinée, le Mali, la Sierra Leone, le Liberia, la Côte d'Ivoire, le Burkina Faso, le Ghana, le Togo, le Bénin, le Niger et le Nigéria (Figure 1). De nombreuses variables socio-économiques différencient ces Etats. Ils sont pour la plupart devenus indépendants vis-à-vis des puissances européennes entre 1957 et 1964. Question régime alimentaire, ils ont tous un système alimentaire culturel qui consiste en une pâte avec de la soupe/la sauce/du ragoût de légumes dont on enduit le bol/la boule de pâte féculente qu'on avale. La pâte est d'ordinaire préparée à partir d'une ou davantage de farines de céréale réhydratées avec de l'eau chaude jusqu'à ce qu'elle présente une consistance pâteuse, ou alors elle est mélangée avec une certaine quantité de farine d'une quelconque plante racine et tubercule ou mangée sans accompagnement. Le manioc est consommé en Afrique de l'Ouest pour l'alimentation humaine, les aliments de bétail et comme matière première dans diverses industries artisanales qui produisent de la farine, de l'amidon, des adhésifs, etc. En tant que produit destiné à l'alimentation humaine, le manioc est surtout consommé sous forme de racines fraîches d'ordinaire comme casse-croûte, en plus grandes quantités comme aliment de base après

qu'il ait été pelé, râpé ou trempé dans de l'eau pour se fermenter et ensuite transformé en pâte humide [foufou] ou en divers produits secs [gari, cossettes/mies/morceaux, ou moulu en farine]. Au niveau local, ces produits sont très appréciés par les diverses couches de la population de l'Afrique de l'Ouest. Le gari, constitué de granules secs grillés, est courant dans le commerce transnational, ainsi que les cossettes/miettes sèches pelées fermentées ou non fermentées. L'utilisation du manioc dans l'industrie artisanale pour fabriquer de l'éthanol, de l'amidon et de la farine destinée à divers utilisateurs finaux a créé une demande croissante qui s'ajoute à celle traditionnellement utilisée pour l'alimentation humaine.

Que ce soit avec des structures formelles ou informelles et des cadres institutionnels, la commercialisation ou la vente des racines de manioc et des produits dérivés se fait d'une façon différente de la ferme, à la propriété familiale et aux marchés périodiques qui se tiennent dans les zones rurales et urbaines. Le système de production, la transformation, le transport et la commercialisation à l'intérieur et entre les Etats de la région restent encore fort peu structurés et en grande partie informels. Les marchés locaux disposent toutefois de règles directrices que les commerçants se sont fixés eux-mêmes afin de faciliter le flux des échanges commerciaux. Ces règles ne sont pas nécessairement liées à celles observées à d'autres niveaux de commerce dans la hiérarchie de la commercialisation du village à la ville et du détaillant au grossiste aux exportateurs ou importateurs. La présent travail offre une synthèse de la manière dont la capacité d'absorption et la demande pourraient augmenter pour transformer la culture en pleine-terre et créer des industries à base de manioc qui fonctionnent de façon efficace afin de constituer une source d'alimentation et d'argent pour les ménages et de matières premières pour les industries naissantes dans toutes les régions de l'Afrique de l'Ouest qui connaissent de fortes densités de population.

Les personnes qui produisent des racines de manioc s'engagent rarement *uniquement* dans les cultures agricoles. Ils mènent plusieurs activités en vue de générer des revenus comme indiqué dans le Tableau 1. Par conséquent, une forte tendance à l'industrialisation des usines de transformation demanderait la mise en place d'un ensemble différent de structures pour produire, transporter et livrer des racines à temps aux usines de transformation. Les fermes ne peuvent pas être les mêmes que les petites parcelles qu'on voit disséminées partout en Afrique. Cela entraînerait la création de fermes de moyennes à de grandes dimensions qui sont de plus en plus mécanisées et utilisent également diverses nouvelles technologies que les petits cultivateurs ne sont pas en mesure d'adopter. On s'attend à une démarche plus commerciale vis-à-vis de l'exploitation agricole, pour qu'elle soit rentable et de ce fait se dote de moyens pour que les transformations soient viables et que l'offre soit gérée afin d'atteindre les objectifs fixés.

LES MARCHES

Typologie des marchés classe les marchés par catégories en fonction de certains principaux critères choisis. Par exemple en fonction des endroits :

- Villageois : se tient à des intervalles de plusieurs jours, pour des produits humides et secs. Les marchés villageois représentent les lieux où les racines sont vendues quotidiennement en petites quantités principalement pour la préparation alimentaire destinée aux ménages. Le volume vendu est faible et le prix bas à cause de la clientèle qui, dans la plupart des cas, présente des liens de parenté. La vente porte sur une petite proportion, tout juste pour fournir de l'argent en vue de satisfaire les besoins domestiques. De tels marchés au sein d'une collectivité servent de lieu où les petits excédents sont distribués au-delà de l'utilisation immédiate de quelconques racines ou produits dérivés du manioc.

- Urbain : se tient tous les jours, mais reçoit un volume plus important d'articles à intervalles de plusieurs jours. D'ordinaire réservé aux produits humides et secs, mais davantage à l'usage des produits secs à cause des meilleurs moyens disponibles pour le stockage et la manutention. Les marchés urbains servent à la vente des

produits transformés destinés au marché du détail. On y pratique la vente et l'achat cartellaire et en gros. La fixation des prix syndiqués y est pratiquée dans certains cas afin de stabiliser les prix des produits de même qualité sur le marché. Les marchés ruraux se tiennent à des intervalles précis, d'ordinaire toutes les semaines, recevant des marchandises en provenance des villages alentours ; pour des produits humides et secs. Les marchés ruraux attirent des commerçants venant de plusieurs villages qui se rencontrent tous les 4 à 5 jours et d'autres tous les 7 à 8 jours. Ceux-ci se rencontrent à tour de rôle entre un groupe de villages. Ce sont les premiers marchés de collecte de produits destinés aux produits dérivés du manioc fabriqués dans des unités de transformation familiales et artisanales. Le gari, le foufou, et les cossettes sont les principaux produits vendus. Dans les divers pays, les produits sont désignés différemment, mais ils sont d'ordinaire presque du même genre et les étapes de transformation sont identiques. Les principaux produits sont :

7. La pâte humide tamisée et pressée [foufou]
8. Les cossettes séchées ou les miettes ou les morceaux
   [de teneur variable en humidité]
9. Les granules torréfiés de diverses tailles
10. Les torons de fibres et de la pâte de fibres torréfiée
11. La farine de diverses qualités
12. L'amidon [humide ou sec]

- Transfrontalier : se tient tous les jours et repose sur des stocks qui sont quotidiennement réapprovisionnés à partir de sources d'approvisionnements éloignées, d'ordinaire sous forme de produits secs (cossettes, miettes et du gari). Les marchés transfrontaliers attirent des produits du pays fournisseur vers le pays acheteur. Ici, ouvertement échangé sur les marchés traditionnels séculaires avec une implication limitée de l'Etat hormis de petits droits et taxes symboliques. Ces échanges ont lieu sous les yeux des agences de sécurité et des douanes. Le volume de commerce est élevé et stable. Le marché est structuré et souvent syndiqué. Les nouveaux venus doivent adhérer au syndicat et payer des droits et cotisations prescrits.

Les descriptions des marchés sont infinies. On identifie toutefois quelques caractéristiques variables qui définissent également chaque marché spécifique. Elles comprennent notamment :

1. La taille : surface du sol en mètres carrés de l'espace occupé par toutes les opérations d'échanges commerciaux, y compris l'espace d'emballage.
2. Le lieu : Ce lieu peut être rural, périurbain ou urbain ; et the les liaisons avec les marchés voisins présentent des caractéristiques différentes.
3. La population des commerçants : il s'agit du nombre de commerçants disposant d'un magasin, ou sans magasins ; des syndicats et associations et la manière dont ils fonctionnent.
4. La proportion des types : vente en gros, vente en bloc, vente en détail des unités
5. Les produits vendus : liste de tous les articles, produits végétaux et animaux et le volume de chaque au marché comme proportion des opérations sur le marché en quantité et en valeur.
6. L'accès : saisonnier ou toute l'année, et parcs de stationnement où les marchandises sont déchargées sans perturber le déroulement normal des opérations.
7. La périodicité : Il s'agit de la fréquence à laquelle il se tient. Cela pourrait être quotidien, à intervalles de 3 à 8 jours, hebdomadaire, tous les quinze jours, 3 fois par semaine, et mensuel.
8. L'infrastructure : nombre et longueur des routes, nombre de magasins, de toilettes, de dispensaires, de bureaux de gestionnaires des marchés, sols cimentés ou en terre, …
9. L'administration et la sécurité : Il existe un règlement et une réglementation des marchés qui sont mis en application entièrement, partiellement, ou pas du tout. Nombre de personnes travaillant dans le marché payées avec de l'argent généré par les droits et taxes payés par les usagers des marchés. Le schéma de contrôle et de gestion de l'espace et de l'infrastructure du marché, ses opérations ainsi que les syndicats de commerçants associés en vue d'accéder à la sécurité générale à tout moment. Les règlements local et gouvernemental et la manière dont ils interagissent

font toute partie de l'administration de la dynamique du marché. La diffusion de l'information est importante mais elle doit être en rapport avec les prix et la manière dont l'approvisionnement est assuré en vue de garder le marché animé et sur une base solide.

10. Rayon d'approvisionnement : de quelle distance les articles vendus dans le marché proviennent-ils ? Quels modes de transport servent à les apporter ? Et le nombre de véhicules de ce genre et leur volume ou le nombre d'unités apportées au marché.

11. Unités de vente : unités totales, unités multiples, fractions d'unités transportées. Notez que tous les produits sont transportés de la ferme au marché. Qu'ils soient transportés sous forme de blocs ou d'unités, cela représente l'unité de base de vente. Les poids, mesures ou volumes convenus qui sont adoptés pour chaque type de produit en vente sont fondamentaux pour le libre-échange et des transactions paisibles.

12. Objectif : il s'agit de savoir si le marché vise à fournir des provisions pour la consommation domestique ou pour des besoins industriels. La plupart des marchés traditionnels n'ont encore aucune formule de crédit ou d'échange ; les directives de paiement : en espèces, comptant ou par chèque, ou hebdomadaire ou mensuel, etc.

INFORMATION RELATIVE AU MARCHE

La collecte, le collationnement, l'analyse, le stockage, l'extraction et une large diffusion appropriée de l'Information constituent des mesures importantes dans la gestion des opérations menées dans le marché. Peu d'organismes gouvernementaux ont les moyens de s'occuper de façon efficace

de cette gestion en temps réel. Des lacunes dans l'information spatiale relative aux services de commercialisation réduisent l'efficacité du marché, de l'organisation et du développement. On ne dispose pas souvent d'informations relatives à la régularité et la précision des prix et des quantités et à la description de la qualité des articles à vendre. Les renseignements sur les prix constituent une moyenne sans aucune mesure de leur dispersion ou variation lorsqu'ils sont diffusés ou télévisés ou publiés dans les journaux. Des progrès dans ce sens permettront à tous les acteurs de la filière manioc de planifier et de faire des estimations des bénéfices et de prendre des décisions relatives à leur manière de faire des affaires.

COÛT DE LA TRANSFORMATION

C'est l'aspect le plus variable dans la détermination des produits transformés. Cet aspect découle des nombreuses techniques et machines utilisées aux nombreuses étapes de la transformation. Ces combinaisons créent beaucoup d'options sur les voies de la transformation. Les efficacités différentielles et une utilisation plus efficace rendent difficile le contrôle des coûts de la transformation des racines fraîches en cinq principaux produits dérivés du manioc, à savoir : les cossettes, le gari, la farine de manioc non fermentée de qualité supérieure, le lafun fermenté et l'amidon. En outre, le coût des racines, la transformation et le conditionnement constituent les lignes de coût de base.

Le marché de manioc du Nigéria est grand (Tableau 2). Il serait difficile de satisfaire un tel marché pour plusieurs raisons qui influent sur le prix des racines et le coût de leur transport de la ferme aux points de transformation. Cependant, le bénéfice du manioc a été calculé pour des variétés améliorées qui sont utilisées en ce moment en Afrique de l'Ouest et ne profitent qu'à une infime proportion de la population nationale des Etats (Tableau 3). Dans la plupart des cas, le pourcentage était inférieur à 5%, mais il était deux fois plus élevé au Ghana.

Les 2,9 millions d'hectares actuels de manioc du Nigéria produisent 38 millions de tonnes de racines fraîches, dont environ 25 percent sont transformées en aliments secs, ce qui s'élève à 9,5 millions de tonnes d'aliments. Seulement environ 5 à 10 % de ces racines sont utilisées à des fins non alimentaires, soit quelques 8,5 millions de tonnes d'aliments secs et 1,0 million de tonnes de produits secs sont utilisés dans l'industrie. Les 8.870.000 tonnes supplémentaires demanderaient environ 887.000 hectares avec une moyenne de rendement en racine de 10 tonnes par ha.

FORMES DE MANIOC DANS LE COMMERCE

Le manioc est vendu sous forme de racines fraîches, d'aliments préparés tels que le gari, le foufou, l'amidon naturel, les « *abacha stripes* » [humide ou sec], le tapioca, le kpokpogari, le lafun, les cossettes, les racines sèches, etc. Parfois transformé en gin local pour la consommation humaine.

LE MANIOC EST UNE CULTURE ENERGETIQUE

Les racines sèches du manioc ont une teneur élevée en amidon et faible en sucre. Ces deux molécules d'hydrates de carbone peuvent être transformées en énergie nutritive directement lorsqu'elles sont consommées ou fermentées industriellement avec des enzymes pour obtenir de l'éthanol. Ainsi, que ce soit comme matière première industrielle destinée à la production de l'éthanol ou comme énergie nutritive dans le régime alimentaire humain et des animaux de bétail, le manioc demeure une culture énergétique importante.

Il est clair que quelques Etats influencent la production globale de manioc de la région. Les trois chefs de file sont le Nigéria, le Ghana et la Côte d'Ivoire. Tout changement important sur le marché régional dépendrait en grande partie de ce qui se passe dans ces pays.

TOTAL DE LA DEMANDE REGIONALE DE MANIOC

La consommation n'est pas identique à la demande. Ce qui peut être consommé grâce au marketing [offre payée], c'est la consommation réelle mais la demande, c'est ce qui serait nécessaire pour satisfaire toutes les utilisations. Pendant toutes les 52 semaines de l'année les tendances et les cycles en approvisionnement et les coûts et les prix fluctuent énormément et souvent dans une sorte de cycles qui se répètent selon les saisons comme contrôlés par la disponibilité du manioc dans toutes les diverses localités (Figure 2). Les hypothèses comprennent :

- La population de chaque pays en 2006
- Les régions productrices de manioc actuelles dans chaque pays Notez qu'un kilomètre carré = un million d'hectares
- Les rendements actuels se poursuivent dans chaque pays
- Selon toute attente les besoins en nouveau manioc de catégorie extra par habitant seront identiques à ceux du Nigéria

Demande de manioc = conditions requises pour le manioc *alimentaire* + *fourrager* + *industriel* + catégorie extra. En conséquence, la demande régionale serait la somme de la demande pour les 15 Etats de la région ouest-africaine. Les quatre composantes de l'équation peuvent être *estimées* au moyen des données disponibles à partir des études de cas menées dans la région. Manioc catégorie *Extra* nécessaire par pays = *K* x estimation de la population du pays ; où : *K* = 8,87 million tonnes [estimation de l'ONUDI des besoins supplémentaires du Nigéria pour diverses industries et pour le remplacement du blé] / 140 million d'habitants [pour le Nigéria] = 0,06336.

La consommation = manioc *alimentaire* + *fourrager* + *industriel* actuellement [2005-2006] ; et est estimée comme production actuelle de manioc *moins* pertes [estimées à 10%] + importations *avec des documents à l'appui*. La consommation, c'est ce qui est en cours d'utilisation aujourd'hui. La demande, c'est ce qui pourrait être utilisé si tout se passe bien. Le marketing permet aux cultivateurs et aux transformateurs de réagir de façon appropriée à la demande et à la consommation créées par les résidants immédiats et les voisins les plus proches.

Dans l'ensemble, la demande combinée de racines de manioc des 15 Etats de l'Afrique de l'Ouest atteindrait au total 73,2 millions de tonnes de racines fraîches en 2007/2008 mais 39,7 millions se vendraient sur des marchés (Tableau 4). Les nouvelles terres arables qu'il faut pour cultiver le manioc supplémentaire nécessaire s'élèveraient à 8,3 millions d'hectares.

Le total des hectares nécessaires pour cultiver le manioc en vue de satisfaire les quantités estimées s'élèvent à 8.332.014 ha, ce qui implique une nouvelle culture complémentaire de 2.311.814 ha. La mécanisation de la production est importante à cet égard si des prix plus bas doivent prévaloir à cause

de meilleurs rendements dus aux niveaux plus élevés d'intrants et une organisation plus efficace des filières manioc pour toutes opérations.

CONSOMMATION DE MANIOC

Le manioc est consommé dans tous les Etats de l'Afrique de l'Ouest sous diverses formes. Celles-ci concernent les feuilles, les tiges et les racines de la plante. L'utilisation de ces parties de la plante est évidente en suivant les itinéraires de commercialisation. La majeure partie du manioc supplémentaire nécessaire ira vers les industries artisanales et comme telle serait commercialisée.

Les feuilles et pousses. Les pousses des feuilles (pour la plupart des parties succulentes) sont coupées et données à manger fraîches au bétail dans de nombreuses zones rurales. Certaines sont préparées en fourrage ensilé et données à manger au bétail. Le prix payé détermine à quel point transformateurs et cultivateurs s'intéressent à cette forme de marché et aux déchets du manioc.

Les tiges. Les tiges ligneuses à maturité constituent les matériels de plantation vendus par les cultivateurs à d'autres cultivateurs en de nombreuses petites unités. Un hectare rapporte environ 250 à 500 fagots tous les cinquante et un mètres de tiges.

Les racines. Les racines sont récoltées et transformées en une variété de produits alimentaires et non alimentaires. Les rendements vont de 5 à 35 t/ha dans les champs des cultivateurs qui atteignent en moyenne 10- à 15 t/ha selon les différentes enclaves de la région de la CEDEAO.

Les prix des racines et des produits dérivés varient. Ces prix déterminent en quelle quantité et quel produit fini les racines sont transformées. La valeur totale d'une ferme de manioc équivaut à la somme de la valeur obtenue à partir des trois parties de la plante. Toutes les prévisions budgétaires doivent prendre cela en compte afin de produire une comptabilité correcte.

Des écarts entre la demande et la production sont courants. Par exemple, le Malawi a produit tout juste 20.000 tonnes de manioc en 1988, alors que sa demande s'élevait à 10 millions tonnes (Sauti 1992) soit 500 fois la production annuelle. Ce que cela revient à dire, c'est que le déficit de la production locale peut être compensé par des importations à partir des pays voisins. C'est cela le genre de flux dont nous faisons la proposition dans la sous-région ouest-africaine.

LA POLITIQUE DE l'ETAT

En 2005, le Nigéria a mis en vigueur une réglementation selon laquelle aucun produit dérivé du manioc ne doit entrer au Nigéria. Cette règlementation douanière implique que la sous-région ouest-africaine ne bénéficiera pas des flux osmotiques ascendants et descendants des biens et services dans la filière manioc. Ainsi, le Ghana et le Bénin ne peuvent pas en toute légalité envoyer leurs produits finis dérivés du manioc sur les marchés nigérians. L'Etat subventionne les intrants par le biais de divers programmes, ce qui constitue également une politique qui affecte la structure de coût de la production et de la transformation du manioc, et influe sur les prix de l'ensemble des racines de manioc et des produits transformés en vente sur le marché.

CONSOMMATION DU MANIOC ET DE SES PRODUITS DERIVES

Le manioc est utilisé pour l'alimentation humaine et fourragère et comme matière première dans les industries. Ces trois débouchés de vente indiquent que l'estimation combinée de demande de manioc et de ses produits dérivés demanderait à une évaluation prudente des besoins de ces trois secteurs dans chaque région administrative du pays et la manière dont leurs conditions requises immédiates et futures peuvent être planifiées pour qu'elle soit satisfaite.

Une enquête menée en 2001-2003 sur la consommation alimentaire et la nutrition au niveau national au Nigéria a indiqué que la consommation de manioc est élevée [Maziya-Dixon et autres 2004] comme indiqué dans le Tableau 5

L'utilisation du manioc sous forme de farine ou de racines fraîches ou bouillies écrasées ou de pâte râpée ou de pâte cuite présente les formes multiples sous lesquelles le manioc est utilisé pour remplacer le blé dans de nombreuses recettes ménagères et commerciales. Dans une révision récente des recettes courantes du manioc pour la sécurité alimentaire des ménages partout en Afrique, 36 recettes ont été présentées composées de 46 éléments alimentaires différents (Sanni et autres 2006). En tout, le manioc était composé de 31,1 % de constituants en poids non miscibles avec de l'eau. Il s'agit de la partie que le blé importé aurait apportée, si le manioc n'avait pas été intégré dans les mélanges pour les recettes.

La croissance démographique et sa répartition

Une bonne hypothèse de la répartition et de l'accroissement de la population humaine partout dans la région est importante. Les gens se déplacent et se réinstallent dans les pays voisins et obtiennent leur naturalisation en vue de faire des affaires. Le fait d'être propriétaire et de gérer plusieurs domiciles en guise de sécurité contre les difficultés dans un pays se produit déjà dans la région. On s'attend à ce que cette pratique se répande.

C'est la population de personnes qui consomment les produits dérivés du manioc indépendamment de l'endroit où les produits alimentaires sont produits. Ils seront transportés jusqu'aux acheteurs sous une forme qui satisfait la demande du consommateur.

Une molécule à vendre. L'amidon est la molécule du 21ème siècle. Il peut être transformé en mille autres molécules utilisées par les humains dans tous les aspects de la vie. L'amidon de manioc peut être obtenu pur ou brut. Quelque soit sa forme, il est utile et atteint des prix qui varient en fonction de la qualité. Le commerce du manioc tourne autour du manioc sec, de la farine et de l'amidon. L'amidon est le plus cher et le plus recherché dans les industries de transformation. Seuls peu de pays exportent ces produits (Tableaux 6 et 7).

Voies et circuits des flux. Comment le manioc et ses produits dérivés se déplacent-ils partout en Afrique de l'Ouest ? Plusieurs possibilités sont utilisées :

- Les routes qui passent par les postes frontaliers normaux ou les chemins de brousse traditionnels
- Les marchés villageois qui se tiennent le long des frontières
- Les routes commerciales transfrontalières
- La route maritime en pirogue et en bateau

La fixation de prix constitue la question la plus difficile dans le commerce des produits dérivés du manioc dans toute la région.

Marché potentiel pour l'éthanol du manioc . Dans les années à venir, de nombreuses petites usines artisanales transformeront les racines de manioc en éthanol à faible pourcentage. Ces productions seront ensuite rassemblées en grandes quantités dans des usines plus grandes qui les distilleront de nouveau de façon plus efficace en vue de fabriquer de l'éthanol de meilleure qualité destiné aux produits pharmaceutiques, aux boissons, aux spiritueux et aux mélanges de carburant avec du pétrole. Le Nigéria a pris des mesures visant à atteindre 10% d'éthanol dans les carburants pétrole destinés aux véhicules afin de réduire le niveau de dépendance vis-à-vis des carburants fossiles qui ne sont pas inépuisables. L'utilisation du manioc est partagée entre l'alimentation humaine, les aliments fourragers et les usages industriels en proportions diverses entre les Etats (Tableau 8 ; Figure 3).

En 2006, le Directeur général de Groupe de la division chargée de l'énergie renouvelable à la Nigeria National Petroleum Corporation Abuja a inséré une annonce [dans *The Economist*, à la page 154 du 23 décembre 2006] pour lancer un appel d'offres demandant aux investisseurs d'exprimer leur intérêt pour des joint ventures dans le domaine du biocarburant portant sur la production d'éthanol à partir de la canne à sucre et du manioc et sur des

projets d'utilisation de l'huile de palme comme combustible dans les moteurs diesel. En ce qui concerne le manioc, une ferme de 10,000 ha répondait aux besoins d'une usine d'éthanol. Il s'agit d'un exemple de l'avenir du manioc à petite et à grande échelle. Ce que cette annonce laisse entendre, c'est que la société aurait besoin d'acheter des racines provenant des fermes environnantes si le prix est bon et équitable. L'usine de transformation devra augmenter sa propre production sur le terrain avec autant de racines qu'elle peut acheter sur ce marché ouvert ou à partir des racines cultivées sous contrat par des cultivateurs choisis à proximité de l'usine comme le permettrait l'état des réseaux routiers.

QUELQUES RAPPORTS BREFS PAR PAYS

COTE D'IVOIRE

Ouraga-Djoussou et Bokanga (1998) ont affirmé que l'utilisation du manioc est limitée à des aliments traditionnels. La situation se présente à peu de chose près ainsi en Cote d'Ivoire. Nous présentons un résumé sur les aspects de la consommation et de la commercialisation du manioc en Côte-d'Ivoire sur la base d'informations obtenues auprès du CSRS (Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire) et des Universités de Côte d'Ivoire, des statistiques de la FAO et de l'enquête de la COSCA (Collaborative Study on Cassava in Africa)

La production Les efforts déployés en vue d'améliorer la filière manioc en CI dépendent de l'augmentation des surfaces cultivées en manioc au moyen des pratiques conseillées. En Afrique où on produit près de la moitié du manioc au monde, la Côte-d'Ivoire est le cinquième pays producteur avec une surface cultivée annuelle de 320.000 ha qui a donné une production de 1.688.000 tonnes avec un rendement moyen de racines fraîches s'élevant à 5.275 kg/ha en 2001. La Côte-d'Ivoire bénéficie de bonnes conditions agro-écologiques pour la production du manioc quoiqu'il ait été cultivé sur des sols pauvres. Une enquête menée en 1988- 1992 a montré qu'au cours des 20 dernières années, la production du manioc était en augmentation dans 90 % des villages qui ont fait l'objet d'études (Diallo 2000). La production ivoirienne est passée de 450.000 tonnes en 1960 à 1.465. 000 tonnes en 1990 et à 1.688.000 tonnes en 2001.

Les producteurs de manioc de Côte d'Ivoire, n'utilisent en général pas de variétés améliorées. Les variétés locales sont prédisposées aux attaques des parasites et généralement ont un faible rendement. Ces producteurs sont généralement caractérisés par un niveau très bas d'efficacité technique. L'indice moyen d'efficacité technique des producteurs de manioc dans le Centre et dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire est d'environ 50 % *(Diarra* et autres, 2003).

La transformation. La plupart des petits producteurs de manioc sont poussés par le besoin de satisfaire la sécurité alimentaire domestique. Le manioc a une teneur en eau de 60- 70%. En fonction de la méthode de transformation, le degré d'élimination de l'humidité varie de 69,9% à 100%. La transformation du manioc est axée sur les objectifs suivants (Kwatia et Jeon, 1990) :

- la réduction des pertes au niveau des racines fraîches après la récolte ;
- l'élimination ou la réduction des quantités de cyanure ;
- l'amélioration du goût des produits dérivés du manioc ;
- la création de petites entreprises rurales de transformation.

La commercialisation Le commerce international des produits dérivés du manioc se limite à quelques produits secs. Ce sont notamment l'amidon, le manioc séché sous forme de pellets, de miettes, de cossettes, de farine et leurs formes transformées [chimiques ou physiques]. Il existe également de nombreux dérivés du manioc qui n'ont aucune

ressemblance physique avec le manioc tels que les adhésifs, les sucres et l'éthanol. Cependant, seul un petit nombre de pays dominent l'exportation et parce que plus de la production nationale est faible par habitant et peu de quantité supplémentaire reste après les utilisations alimentaires. En outre, les pertes sont déduites de la production du manioc comme l'indique le (Tableau 9).

La filière manioc en Afrique a généralement été faible comparée à celle des autres grands producteurs mondiaux du manioc. Réalisée sur de petites parcelles surtout et destinée à la sécurité alimentaire des ménages, sa production est traditionnelle. Un des facteurs qui peuvent freiner l'entrée de la Cote d'Ivoire dans le commerce international du manioc, c'est l'utilisation prédominante du produit comme alimentation humaine (voir la quantité de son exportation comparée aux autres grands exportateurs dans le Tableau 10).

La consommation Les trois principales façons dont le manioc est utilisé sont : comme alimentation humaine, comme aliment fourrager et comme matière première industrielle.

Les produits dérivés. Parmi ces produits, quelques uns seulement peuvent être exportés tels que l'amidon (de qualité alimentaire ou non alimentaire ou industrielle), les cossettes, la farine, le sucre, le gari, l'attiéké et le tapioca. Le manioc est utilisé comme matière première dans la transformation d'un certain nombre de produits (Apica 2000, Assanvo, 2000). Les produits alimentaires destinés à la consommation comprennent : la farine ; le bâton ; le gari ; l'attiéké, le tapioca, les pâtes fermentées, les pâtes épicées (mintoumba) ; les nouilles (au Congo) ; les sucres (utilisés dans les pâtisseries) ; l'amidon alimentaire utilisé au restaurant ou chez le nourrisson) ; le kwem ; le Chikwangue ; le Kokonte ; et le Mapoka.

Les produits industriels : Le manioc entre dans la production industrielle surtout comme amidon non alimentaire. Ces produits sont l'éthanol, le vinaigre ; les adhésifs ; les industries textiles et l'imprimerie, etc.

Le gari — Afin de garantir une bonne conservation, la teneur en humidité du gari doit être de 8- 10% mais elle ne doit pas dépasser 12%. Lorsqu'il est mélangé avec de l'eau, son volume augmente trois fois plus que le volume initial. La popularité dont bénéficie le gari tient au fait que ses granules précuits peuvent être intégrés dans de nombreux plats. Un autre avantage est qu'il peut être conservé pendant plus de 12 mois (Anonyme 1999). La teneur en humidité du gari est de 6 à 10%, en hydrates de carbone de 86,87%, en protéines de 1,5%, en fibre de 1,7 à 2,2%, et en HCN de 10 ppm ou moins (Sylvestre et Arraudeau 1983).
L'attiéké—de la pâte préparée à la vapeur ; c'est de la pâte de manioc fermentée. Plusieurs variétés de manioc, surtout les variétés amères sont utilisées pour sa préparation. Les granules varient en diamètre selon sa localité et les préférences des consommateurs. Il est consommé après cuisson à la vapeur et conservé dans des plantes ou emballé dans des feuilles de bananier ou *Tomatococus danielli* ou dans des sachets en plastique. Le délai de conservation dépend de la méthode de préparation, mais il ne dépasse généralement pas une semaine à température ambiante.

Le développement de l'industrie d'attiéké rencontre un handicap majeur lié à l'irrégularité de la qualité du produit qui varie par rapport à la variété de manioc utilisée, aux étapes de transformation appliquées, surtout à la manière dont la fermentation est effectuée et au délai de fermentation, etc. Des études récentes ont identifié trois types d'attiéké en Côte d'Ivoire ; ainsi que les divers micro-organismes prédominants dans la fermentation traditionnelle. Un travail en cours de réalisation au CSRS vise à (i) faire des tests en vue de standardiser la fermentation et de permettre ainsi le stabilisation de la qualité de l'attiéké de type traditionnel Adjoukrou ; et (ii) à étudier si les nouvelles variétés de manioc ont les qualités requises pour produire cette bonne qualité d'attiéké afin de guider les transformateurs (Tableau 11).

Un autre travail du plus grand intérêt est celui réalisé ici en Côte-d'Ivoire en 2003 par le Docteur Otokoré

Dama Albert de l'Université de Cocody. Son travail porte sur la farine de manioc polyvalente fermentée ; bien qu'elle ne fasse pas encore l'objet de commerce pour l'alimentation humaine, elle pourrait résoudre beaucoup des problèmes liés à la commercialisation du manioc sous forme d'attiéké. Elle permettra de rendre populaire l'attiéké partout en Afrique de l'Ouest, au-delà des régions où il est consommé actuellement. Elle est séchée, se conserve pendant plus d'un an et est organoleptiquement acceptable pour la reconstitution en attiéké, en placali et en attoukpou. Le conditionnement de la farine moulue en sachets a permis de réduire du quart le nombre de conteneurs de transport. Une réduction énorme en termes de coûts de commercialisation.

La farine de manioc peut être utilisée sans accompagnement ou en remplacement d'autres types de farines [blé, ou autres céréales locaux]. Dans les ménages : la farine de manioc est utilisée dans les ménages pour préparer de nouvelles recettes notamment des produits cuits au four tels des biscuits, de petits pains, de petits gâteaux, des gâteaux, du pain, des pâtes feuilletées, du pâté en croûte et autres. C'est en général moins cher que la farine de blé importée en tenant compte d'utilisation supplémentaire avec la farine de blé dans divers produits. Dans l'industrie alimentaire : La demande de farine de manioc est en augmentation pour utilisation dans les produits alimentaires commerciaux (Tableau 12). Son utilisation va réduire les importations de blé en Afrique.

Le tapioca est préparé à partir de l'amidon fin avec un taux d'humidité de 40-45%. La préparation du tapioca comprend : la granulation, la gélatinisation et le séchage. En moyenne le tapioca a un taux d'humidité (FAO, 2001) de 12,5%, d'hydrates de carbone de 87,25% (outre la cellulose) ; de cellulose de 0,01%, de protéines de 0,03% ; de lipides de 0,01% ; de cendre de 0,2% .

LE GHANA

10. Les cultures de racines et de tubercules (R&T) occupent une place stratégique importante dans l'agriculture ghanéenne dans la mesure où de petits agriculteurs les cultivent tant pour la sécurité alimentaire des ménages que comme culture de rente. Les cultures R&T font un apport d'environ 40% au PIB agricole et de 25% au PIB global.

11. Le manioc. Le manioc est produit dans toutes les régions du Ghana, sauf dans certains districts du nord du pays. La zone transitive est la principale région de production excédentaire. Le manioc est la principale source d'énergie dans l'alimentation des paysans pauvres et constitue une source régulière de revenus pour les petits agriculteurs, les transformateurs et les ruraux. Le manioc est la seule culture de R&T transformée à une échelle commerciale. Les produits alimentaires traditionnels dérivés du manioc sont *le gari*, le *foufou*, l'*agbelima* et *le kokonte*. *Le gari* est très important pour le commerce. La transformation du manioc en *gari* s'étend à des régions non traditionnelles telles que les régions de l'extrême est et du nord. La demande croissante de *gari* dans les villes qui connaissent une expansion économique rapide s'étendant et dans les pays qui partagent des frontières avec le Ghana tels que le Burkina Faso et la Côte d'Ivoire, fut un facteur important dans cette croissance. La qualité globale du *gari* produit est très mauvaise ; bien que le *gari de* bonne qualité soit produit dans la région du Volta. Les femmes dominent le secteur de la transformation artisanale du manioc (95 % des transformateurs sont des femmes)-- une principale activité génératrice de revenus dans les zones rurales.

12. La production de racines de manioc au Ghana a monté en flèche passant de 5,7 millions de tonnes en 1991 à 10,2 millions de tonnes en 2003. L'élément cyclique des cours du manioc est extrêmement fort. De nombreux cultivateurs étendent la superficie cultivée en manioc lorsque les prix sont en hausse, mais réduisent cette superficie de façon significative quand les prix sont en baisse. Ce comportement a entraîné des engorgements et de bas prix à la ferme en 2000 et 2004 (Tableau 13) mais des prix en hausse en 2002 et 2005. Pendant le premier semestre de l'année 2004, les cours du manioc étaient très bas, mais ont monté vers la fin de 2004 (le pris du *gari* a

doublé à la ferme 2004) et pourrait monter davantage en 2005-2006.

13. Les problèmes importants liés à la production du manioc touchent : (i) au criblage participatif et à la mise en vente de variétés cultivées à haut rendement et résistantes à de multiples parasites et maladies (avec de la résistance à la forme virulente de la mosaïque du manioc ; (ii) à une culture viable et à des technologies d'exploitation des sols qui ont fait leur preuve ; (iii) à l'atténuation des fortes fluctuations cycliques des cours et de la production excédentaire.

14. Les formes transformées traditionnelles du manioc continueront à dominer les circuits de commercialisation et la demande de manioc à court et à moyen terme. La demande de gari semble en augmentation. La transformation du gari est en pleine expansion au centre et au nord du Ghana. Les transformateurs ruraux s'intéressent au gari parce qu'il s'agit d'un aliment prêt-à-servir qui se conserve bien et se vend facilement. La transformation du gari demande beaucoup de travail et sa rentabilité dépend de l'accès à du bon matériel de transformation.

15. La rémunération du travail varie [0,5- 9 USD par jour]. Les paysans pauvres, surtout les femmes, dominent cette activité. Il existe actuellement un important flux saisonnier de commerce de gari entre la zone de transition au Ghana et le marché sahélien (le Burkina Faso, le Niger) pendant la saison de disette alimentaire (juillet-février). La région de Tachiman au centre du Ghana est devenue le centre d'une industrie de gari où plusieurs groupes de 20 - 70 femmes ont créé des centres de transformation ; dont certains sont les plus avancés dans la préparation du gari. Les technologies (le rôtissage) ont été mises au point par des organisations non gouvernementales locales et pourraient être utilisées comme modèle pour d'autres groupes. [Estimations fondées sur : Les contraintes et possibilités de la transformation du manioc à petite et à moyenne échelle dans les régions Ashanti et Brong-Ahafo du Ghana, ICRA/KNUST, Working document series 117, Ghana 2004]

Les problèmes-clés concernent la manière de : (i) permettre aux paysans pauvres d'avoir accès à la technologie de transformation du manioc amélioré (surtout le gari) dans les districts à production excédentaire, (ii) offrir l'acquisition de nouvelles compétences (le marketing, la transformation ; la gestion, la qualité, l'hygiène, les questions liées à l'environnement, etc.) ; et iii) montrer les meilleures pratiques.

Les possibilités pour les filières des cultures de racines et de tubercules

16. Nouvelles formes de R&T destinées à la consommation humaine. Les exportations de R&T transformées vers l'Europe sont en constante augmentation, mais les potentialités de croissance sont limitées. En attendant, il existe un petit marché de produits de qualité dérivés des R&T (la farine instantanée, etc.) distribués par le biais des supermarchés locaux au Ghana. Les exigences pour la qualité sur tous les deux marché sont comparables (le conditionnement amélioré, les marques, l'hygiène, etc.). Le ratio de la marge bénéficiaire à l'unité de ces produits à forte valeur ajoutée sur les marchés à l'exportation est élevé, ce qui à pour conséquence des prix de détail qui sont trop élevés pour le marché local. La plupart des PME transformatrices et exportatrices impliquées dans ces filières sont basées au sud du Ghana. RTIP- I appuie certaines d'entre elles avec la recherche adaptative, l'accès au matériel, l'analyse du marché, en créant des liens avec les groupes de cultivateurs, etc. Les possibilités de croissance de ce segment sont élevées, mais les volumes seraient limités à court et à moyen terme. L'expansion sur le marché local entraînerait la diminution du prix de détail et l'amélioration de l'efficacité parmi les PME.

17. Le manioc comme matière première industrielle. Actuellement en Afrique subsaharienne, le manioc est surtout produit pour l'alimentation avec une utilisation négligeable comme matière première dans le secteur agro-industriel. Cette culture peut être transformé en plusieurs produits secondaires de valeur marchande industrielle. Ces produits comprennent les cossettes, les pellets, la farine, les adhésifs, l'alcool et l'amidon, qui sont des matières premières essentielles dans les industries d'aliments fourragers, d'éthanol, de textile, de confiserie, de contre-plaqué, de l'alimentation et des boissons non-alcoolisées. Il existe une possibilité prometteuse à court terme pour la farine de manioc non fermentée qui : (i) sert de succédané des alternatives importées

comme le carton et les extendeurs de la colle de contre-plaqué ; (ii) remplace le blé dans les produits de boulangerie. Une option consiste à organiser les petits cultivateurs en vue de rassembler en grosses quantités leurs produits et d'organiser une transformation primaire.

18. Le marché des provendes. La demande potentielle à court terme du manioc doit être recherchée sur le marché intérieur des provendes. Il est toutefois important de résoudre les problèmes que pose le mode de ravitaillement, notamment le séchage de cossettes, l'organisation des cultivateurs pauvres en filières de ravitaillement. Actuellement, l'exportation des pellets de manioc destinée au secteur des céréales fourragères en Europe ne constitue pas une option viable étant donné l'écart énorme qui existe entre les prix internationaux actuels des pellets de manioc et le prix FOB des cossettes de manioc en Afrique de l'Ouest. Une commercialisation davantage axée sur le pays grâce à la satisfaction des exigences de nouvelles industries artisanales naissantes est susceptible d'être durable (Tableau 14).

Prix au niveau du gros : Un aperçu de l'évolution des prix nationaux annuels moyens de gros de 1990 à 2003 en termes nominaux indique que les prix du manioc en USD/T au niveau du gros varient entre 68 et 149 USD/t, les prix de l'igname entre 158 et 369 USD/t et celui des taros entre 141 et 289 USD/t.).

Le gari : Les prix de vente du gari varient de 270 à 390 USD/t et les marges brutes du transformateur entre *54 et 110 USD/t*[5]. Les prix de gros des racines de manioc et les prix du gari fluctuent toute l'année de 197 à 421 USD/t (MOFA). Si le prix de gros du gari (1990-2002) est le prix de référence et si le taux de conversion du manioc brut en gari est 5:1, le meilleur prix que les transformateurs peuvent payer aux cultivateurs est de *39 à 84 USD/t*.

HQCF : Il y a une absence d'analyse de rentabilité de la farine de manioc de qualité supérieure dans la mesure où le produit n'est pas produit de façon répandue. A partir de données d'exploitation, le prix des racines à 150 USD/t et le coût total de production de 133 USD/t (dont 25 USD représentent le coût de la main-d'œuvre) et un prix de vente à l'usine de 345 USD/t la marge du transformateur a été fixée à 82 USD/t soit 30 % du coût total de production. Il y a un énorme potentiel de marché pour la farine de manioc de qualité supérieure au niveau national dans la mesure où la farine peut être utilisée dans la boulangerie en remplacement de la farine de blé si les prix de la farine de manioc de qualité supérieure sont inférieurs à ou au pair avec les prix de la farine de blé. La farine de blé se vend en ce moment à 220.000 c/50kg, soit 480 USD/t. Les principaux goulots d'étranglement sont liés au ravitaillement constant et à des volumes adéquats pour l'industrie boulangère.

Le foufou instantané ou poudre d'igname : Les producteurs[6] ont annoncé des prix de vente d'environ 400 USD/t et indiqué des marges de transformation positives lorsqu'ils exportent vers les marchés étrangers. Les quantités sont toutefois infimes et l'exportation est une affaire spécialisée et il est douteux que le transformateur moyen de R&T soit capable d'avoir accès aux marchés internationaux.

L'amidon : Le seul transformateur d'amidon au Ghana a fixé à 350.000 c/t [38 USD/t] le prix des racines fraîches livrées à l'usine en 2005. A cause de l'emplacement de l'usine d'amidon et du fait qu'elle soit proche d'Accra, les cultivateurs qui livrent à l'usine ne sont pas capables de bénéficier de marges raisonnables dans la mesure où les racines fraîches se vendent à des prix bien plus élevés sur le marché d'alimentation urbain. La culture en blocs et les cultures intercalaires avec l'introduction par le transformateur de produits qui rendent en un temps plus réduit en vue de surmonter les contraintes liées à la matière première. La société de transformation elle-même se borne à vendre au partenaire initial de l'investissement, le Danish Starch Institute à 178 USD/t (à perte). Les marchés intérieurs et régionaux d'amidon sont plus rentables aves des

[5] Costs and benefits of alternative approaches to cassava processing, W. Quaye and W.A Plahar, CSIR, Accra, 2004

[6] Elsa food, Tema

prix à 300-400 USD/t. Les rendements en amidon sont très faibles et il n'y a aucune variété en cours de promotion qui optimise la teneur en amidon et une période de maturité plus réduite.

Les cossettes de manioc: Les cours des cossettes à l'exportation sont directement liés aux cours de l'orge. En cas de hausse des prix de l'orge, les cossettes de manioc attirent un prix rentable, lorsque le prix de la céréale fourragère chute, les producteurs de cossettes n'ont pas été en mesure de fournir avec une marge profitable. Les rendements en cossettes équivalent à 30-35 % des racines fraîches et les coûts d'investissement très bas puisqu'il a été prouvé que les producteurs de cossettes préfèrent la coupe des cossettes à la main et le séchage au soleil. La rentabilité est limitée aux régions où il n'existe pas un marché de tubercules frais en raison de l'éloignement de la zone de production : Les prix de 25-40 USD/t ont été proposés dans le passé pour des cossettes équivalant à 8-10 USD/t de racines fraîches. Ainsi, les cultivateurs ne consentent à produire des cossettes que dans les régions et à des moments où le marché des racines fraîches n'est pas disponible. Il existe toutefois un potentiel de marché pour les cossettes quand on analyse les marchés intérieurs de cossettes (les fabricants de provende pour la volaille y compris les cultivateurs). En tout, les prix du marché pour les énergies de remplacement en matière d'alimentation animale sont plus élevés sur le marché intérieur (par exemple, en mai 2005 le maïs était vendu à 450 USD/t) et les cultivateurs de manioc ont profité de ces débouchés du marché lorsqu'ils étaient capables de produire des volumes constants et la qualité requise.

LA GUINEE

En Guinée, le manioc est une culture importante, avec une production nationale estimée à 1.350.000 tonnes provenant de 270.000 ha et un rendement moyen en racines de 5.0 t/ha (FAO 2005). Cela équivaut à 11 % du total des surfaces cultivées et représente 16 % d'énergie nutritive consommée par la population guinéenne. Le riz local apporte 26 % de calories alimentaires et occupe 49 % des surfaces cultivées. Actuellement, le manioc est un produit de base pour les populations vivant dans les régions arides de la Guinée où la fertilité du sol est très faible et les cultivateurs ne peuvent pas utiliser des entrants tels que des engrais chers et non disponibles.

Les principales contraintes auxquelles la production de manioc est confrontée en Guinée sont : 1) La faible fertilité du sol ; 2) l'utilisation de génotypes sensibles à la mosaïque du manioc, le pseudococcide, l'infestation des acariens verts et l'attaque des termites ; 3) les dégâts causés par le bétail ; et 4) l'absence de variétés améliorées (IRAG, 2003).

La plupart des variétés plantées sont de types locaux qui sont sensibles à la mosaïque du manioc et qui poussent pendant 6 mois et donnent des rendements bas. Le Ministère de l'Agriculture a lancé une étude sur la production, la transformation, la commercialisation et la consommation du manioc en 1999 dans toutes les régions agro-écologiques de la Guinée afin de créer la filière manioc.

La commercialisation. Une étude du marché a été réalisée dans neuf villes en ce qui concerne leurs régions de production ou la consommation (Conakry, Kamsar, Labé, Faranah, Kankan, Mandiana, Sinko, N'zérékoré et Guékédou). Cinq marchés ruraux ont également fait l'objet de l'étude : Boké (Kolaboui), Pita (Ninguélandé et Timbi Madina) et Faranah (Tiro et Nyaléa). Ces études ont permis de déterminer le type de marché, les groupes de commerçants, les types de produits vendus et leur flux. Trois marchés se tenaient tous les jours (Conakry, Labé et Kankan). Les ventes de manioc continuent lentement, des petits marchés aux moyens et aux plus grands, à mesure que le transport et les dispositifs de groupage le permettent. Il est très important de noter que la part des revenus que les parties prenantes du manioc génèrent dans la filière varie entre producteurs d'un endroit à un autre, entre assembleurs de racines et de produits et divers producteurs et transformateurs locaux, grossiste et détaillants (Tableau 15). Les grossistes tirent les revenus les plus importants du volume des ventes qu'ils réalisent.

LA SIERRA LEONE

Le manioc destiné à l'alimentation domine l'utilisation actuelle en Sierra Leone. Un faible pourcentage est toutefois utilisé pour le bétail et d'autres industries artisanales. Les racines proviennent de petites fermes de jachère forestière distinctes cultivées avec du manioc sous cultures intercalaires et qui donnent ainsi le rendement moyen en racines de manioc d'environ 7 t/ha quand elles sont plantées à 1,2 x 1,2 m avec 3-5 pieux et récoltées 6- 9 mois après la plantation. Le manioc représente environ 30- 50 % de la densité des surfaces cultivées sous monoculture. La capacité d'absorption du marché affecte la réaction à la production du manioc. Cependant, le riz représente dix fois la valeur du manioc vendu (Roberts 1992).

Les circuits de distribution dépendront de l'infrastructure et celle-ci est actuellement inadéquate. La main-d'œuvre agricole affectée à la production du manioc est de 20 % au sud et représente seulement 10 % au nord du pays. Cette situation a des implications sur l'utilisation et la fourniture des racines de manioc à toutes les usines de transformation. Les plantes de manioc sont vendues non moissonnées par les cultivateurs qui permettent aux acheteurs de récolter les racines. De cette façon, il est très difficile pour le cultivateur de comprendre les variations de rendement en raison de ses pratiques sur le terrain.

LE NIGERIA

Le commerce transfrontalier Toutes les collectivités des postes frontaliers en Afrique sont des zones de commerce depuis les temps les plus anciens. Il en était ainsi longtemps avant que les crayons de 1884 n'aient tracé des lignes imaginaires sur la carte d'Afrique pour partager les terres entre les puissances européennes de l'époque. Ces marchés existent encore et bien que dorénavant parfois traités d'illégaux sur papier, toutes les populations des deux côtés de la frontière y font des échanges : des achats et ventes. Le volume de ce qui est échangé n'est pas souvent consigné par écrit dans aucunes archives formelles des gouvernements des deux côtés. Une tentative récente faite pour enregistrer au jour le jour les opérations a été présentée par Ezedinma *et autres* (2006) pour le marché transfrontalier de Dawanau dans l'Etat de Kano au Nigeria (Tableau 16). En une semaine en mars 2005, quelques 1.455 tonnes de gari et 1.734 tonnes de cossettes de manioc ont fait l'objet de commerce.

Conjectures sur la filière manioc en Afrique de l'Ouest

1. L'exportation du manioc et de ses produits dérivés à partir de l'Afrique de l'Ouest sera en grande partie limitée aux régions de demande à l'intérieur de l'Afrique pour des raisons de quantité, de qualité, de type de produit, de lenteur des opérations, de prix élevé, de conditionnement, de difficultés de transport, de conflits liés aux politiques nationales et internationales, de syndicats des réseaux et filières de distribution de ces produits, etc.
2. Le changement climatique va déstabiliser et réduire les productions de céréales et de légumineuses faisant de ce fait monter la demande du manioc.
3. Le bourgeon du manioc, les déchets de feuillage et de racines vont de plus en plus être transformés en provende pour la volaille, les porcs, les chèvres, les moutons, les poissons, et d'autres petits ruminants

Remerciements: De nombreuses personnes ont prêté leur concours à la collecte des données utilisées pour l'élaboration de ce travail. Paul Ilona Cassava Trials Manager et C.C. Okonkwo du Yam Program de l'IITA Ibadan. Le soutien pour les rapports pays reçus pour : Cote d'Ivoire: Charlemange Nindjin, de l'Université d'Abobo-Adjamé / CSRS et N'Zue Boni, Sélectionneur manioc, CNRA, 01 BP 1740 Abidjan; Guinée: El Sanoussy Bah; Ghana: Mr Adjekum du RTIP, Marie O. Yomeni qui a évalué la demande de manioc en Afrique de l'Ouest, Bukola Bamkefa, et de nombreux autres, bien trop nombreux pour être tous cités.

REFERENCES

Anonyme.1999:Préparation traditionnelles du gari. http://hammock.ifas.ufl.edu/cassava/6247.

Apica 2000. Description des pratiques actuelles de transformation. *Apica, Fiches techniques, filière manioc*. http://www.africadev.net/apica/documents/manioc/pratique.html.

Assanvo J. B., Agbo N. G., Béhi N. and Farah Z., 2000. Enquêtes de consommation et de production d'attiéké réalisées à Abidjan, Dabou et Jacqueville. Rapport. LBSA (Université de Cocody) /CSRS/ ETHZ.

Diallo S. S. 2000. Les déterminants de la décision de commercialisation et de la contribution du manioc au revenu des producteurs en Côte d'Ivoire: une analyse économique à partir des données de l'étude COSCA. Mémoire de DESS en Economie Rurale, CIRES, Abidjan.

Ezedinma C., R.U. Okechukwu, L.O. Sanni, E. Okoro, J. Lemchi, F. Ogbe, M. Patino and A.G.O. Dixon. 2006. Cross-border trade in cassava-based products. International Institute of Tropical Agriculture Ibadan, Nigeria. Presented at the 14th triennial Symposium of the ISTRC, Trivandrum, India. December 2006.

FAO, 2001: FAO Database 2001. http://www.fao.org.

Igue J.and Schumacher S. edited. Towards a better regional approach to development in West Africa. Accra, Ghana 20-21 May 2002. Organisation for economic co-operation and development [OECD] 146 pages.

IRAG. 2003. Survey of Cassava systems in Guinea. Ministry of Agriculture, Conakry, Guinea.

Kwatia J. and Jeon W.Y. 1990. in «Cassava in Tropical, IITA», Ibadan, Nigéria.

Manyong VM, Dixon AGO, Makinde KO, Bokanga M and Whyte J. 2000. The contribution of IITA-improved cassava to food security in sub-Saharan Africa: an impact study. IITA Ibadan, Nigeria. 11p.

Maziya-Dixon B, Akinyele IO, Oguntona EB, Nokoe S, Sanusi RA, and Haris E. 2004. National food consumption and nutrition survey 2001-2003. Summary. IITA Ibadan, Nigeria. 11p 67p.

Otokoré D. A. 2003. Mise au point de la farine fermentée polyvalente de manioc: POLYCASSAV. Communication présentée au BNETD (Bureau National d'Etudes Techniques et de Développement) le 02 juillet 2003, Côte d'Ivoire.

Ouraga-Djoussou L.H. and Bokanga M. 1998. Cassava and wheat consumption in Africa: new opportunities for cassava in the 21st century. Pages 328-332 Proceedings of the 6th ISTRC-AB symposium. Lilongwe, Malawi.

Roberts T. 1992. Cassava production, processing and marketing: Problems and prospects in Sierra Leone. Pages 77-96 in Cassava as a cash crop for food, fuel, fodder and chemicals. Common wealth Science Council, London, UK, Biomass Users Network, Proceeding 290. Bulawayo, Zimbabwe. May 1991.

Sanni L., Maziya-Dixon B., Onabolu A.O., Arowosafe B.E., Okoruwa A.E., Okechukwu R.U., Dixon A.G.O., Waziri A.D.I., Ilona P., Ezedinma C., Ssemakula G., Lemchi J., Akoroda M., Ogbe F., Tarawali G., Okoro E., and Geteloma C. 2006. Cassava recipes for household food security. IITA Integrated Cassava Project, Ibadan, Nigeria. 45 pages.

Sauti R.F.1992. The role of cassava for human, animal ad industrial use: The Malawi Experience. Page 69-76 in Cassava as a cash crop for food, fuel, fodder and chemicals. Common wealth Science Council, London, UK, Biomass Users Network, Proceeding 290. Bulawayo, Zimbabwe. May 1991.

Silvestre P. and Arraudeau M. 1983. Le manioc. Techniques agricoles et productions tropicales. Edition G. P. Maisonneuve et Larose et ACCT, 263 p.

Tarawali G., Adedzwa D.K., Ezedinma C., Okechukwu R., Lum A.F., Dixon A.G.O., Akoroda M., Ogbe F., Lemchi J., Sanni L., Ilona P., and Okoro E. 2007. Community analysis of Ikot Etuk State, Nigeria. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan. 46 pages.

Tableau 1. Revenus engrangés par diverses activités chez l'exploitant agricole et activités non agricoles dans la zone urbaine d'Abak dans l'Etat d'Akwa Ibom au Nigéria

Activités à la ferme	Cultivé par	Les revenus ('000 Nairas)	La part des revenus ruraux (%)	*Activités à l'extérieur de la ferme*	Entreprises en	Les revenus ('000 Nairas)	La part des Revenus ruraux (%)
Cultures		90 pour cent				88 pour cent	
Le manioc	tous	500	40	Le commerce	tous	250	30
Maïs	tous	300	2	Taxi moto	les jeunes	270	10
L'igname	tous	250	2	Soudeur	hommes/jeunes	540	2
Légumes	hommes/jeunes	350	5	Mécaniciens	hommes/jeunes	810	0,5
Gombo	femmes	200	1	Conduite	hommes/jeunes	810	5
Piment	femmes	400	1	Constructeurs	hommes/jeunes	0	10
Melon	femmes	350	1	Electricien	hommes/jeunes	540	8
Fruits/huile de palme	hommes/jeunes	2.500	40	Meulage d'articles alimentaires	femmes	270	10
Ananas	hommes/jeunes	100	1	Emploi de la fonction publique	tous	270	10
Banane plantain	tous	250	5	Services de tailleur	tous	260	10
Tomate	femmes	50	1				
		5.250	99			4.020	95,5

Revenus d'environ 1.000 personnes appartenant à la collectivité Ikot Etuk Udo dans la zone urbaine d'Abak. décembre 2007

Source : Tarawali et autres 2007.

Figure 1. Au vu de la densité de la population en Afrique de l'Ouest en 2000, il y a lieu pour le groupe Nigéria-Bénin-Togo-Ghana de créer une filière manioc solide et ensuite compenser toutes les insuffisances de demande dans les autres Etats de la CEDEAO.

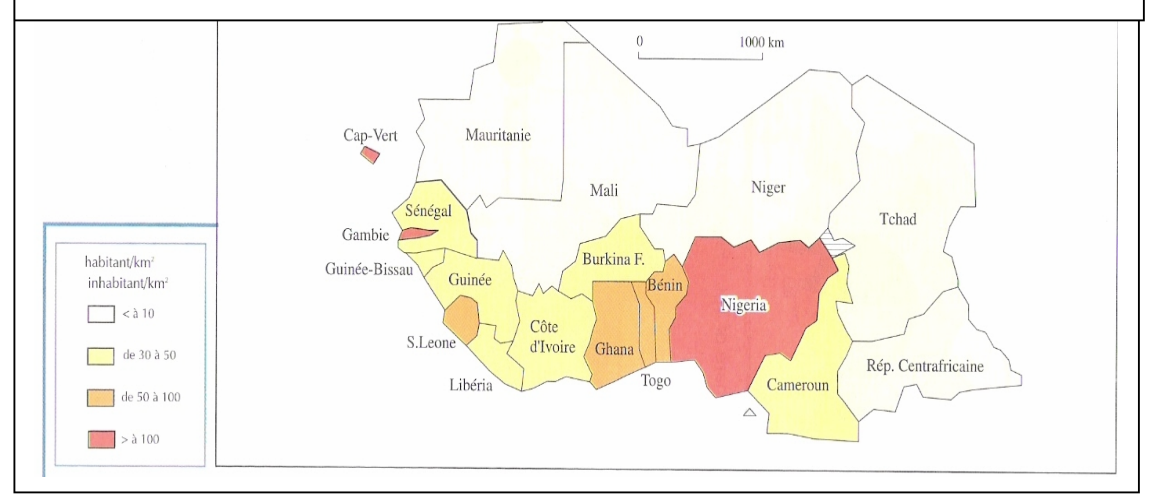


Tableau 2. La taille du marché de manioc industriel nigérian (hormis le secteur alimentaire)

Besoin en Produits de manioc	actuels besoins domestiques	Pourcentage de substitution	Potentiel en besoin de manioc [tonnes]	Racines fraiches [m tonne]
Amidon	230.000 t	50	115.000	1,15
Farine	330.000 t	10	330.000	1,32
Ethanol E10	1,1 b L	50	550.000 L	4,40
Ethanol industriel & Boisson	160 m L	100	160.000 L	1,04
Aliment fourrager	1,2 m t	20	240.000	0,96
Total requis	-	-	-	8,87

Tableau 3. Estimation des bénéfices économiques bruts [BEB] à partir de l'utilisation des variétés améliorées de manioc dans sept pays choisis en Afrique de l'Ouest en 1998 [Manyong *et autres* 2000].

Pays	Total d'hectares planté [x1000ha]	% d'ha sous amélioré variétés	Moyenne rendement de local variétés	% avantage sur local variétés	BEB production [1000t]	accru /ha	Total nombre de béné-ficiaires	% 1996 popn ont bénéficié	
							A	B	C
							D	E	F
							G	H	
Bénin	158	10	7	71	79	83	109.941	1,98	
Cote d'Ivoire	270	20	7,5	20	81	90	112.724	0,80	
Ghana	630	30	6,5	125	1.536	41	2.137.060	11,98	
Guinée	140	21	6	18	32	165	43.944	0,58	
Nigéria	2.950	23	13	45	4.091	142	5.693.760	4,95	
Sierra Leone	48	23	7	71	56	333	75.915	1,77	
Togo	112	14	9	44	64	447	88.509	2.11	

Tableau 4. Statistiques de la consommation et de la commercialisation du manioc en Afrique de L'Ouest : 2005-2006

	Ouest Africaine Pays	2006 Population (million)	Nationale territoire (million ha)	FAO 2005 la production (tonne)	FAO 2005 récolté superficie (ha)	moyenne FAO rendement en racines (t/ha)	Total de racines condition requise (tonne)	Total racines vendues (tonne)
1	Cap Vert	0,5	4	3.000	260	11.539	34.679	32.879
2	Sénégal	12,0	197	281.487	26.040	10.810	1.041.773	872.881
3	La Gambie	1,5	11	7.500	2.500	3.000	102.536	98.036
4	Guinée-Bissau	1,4	38	38.000	2.500	15.200	126.700	103.900
5	Guinée	9,8	246	1.350.000	270.000	5.000	1.970.900	1.160.900
6	Sierra Leone	5,7	72	390.000	75.000	5.200	751.136	517.136
7	Libéria	3,4	111	490.000	75.000	6.533	705.414	411.414
8	Côte d'Ivoire	19,7	322	1.500.000	300.000	5.000	2.748.136	1.848.136
9	Mali	13,9	1.240	13.000	1.000	13.000	893.664	885.864
10	Ghana	22,6	239	9.738.812	783900	12.424	11.170.683	5.327.396
11	Burkina Faso	13,6	274	2.000	1.000	2.000	863.657	862.457
12	Togo	6,3	57	725.000	120.000	6.042	1.124.150	689.150

13	Bénin	8,7	113	3.100.000	240.000	12.917	3.651.207	1.791.207
14	Niger	14,4	1.267	100.000	5.000	20.000	1.012.343	952.343
15	Nigéria	140,0	924	38.179.000	4.118.000	9.271	47.049.000	24.141.600
	Total	273,5	5.115	55.917.799	6.020.200	8.447	73.245.978	39.695.298

Tableau 5. Fréquence [nombre de fois par semaine] de consommation et accessibilité et capacité financière pendant 9- 12 mois de l'année des produits alimentaires de base au niveau national au Nigéria 2001- 2003 [Source : Maziya-Dixon *et autres* 2004]

Produit de base Culture vivrière	Nombre de observations	0 /semaine	1- 2 /semaine	3- 4 /semaine	> 4 /semaine	En tout pourcentage	9- 12 mois Disponibilité	Capacité financière
Manioc	6.708	0,63	6,85	4,61	4,45	16,5	12,90	11,04
Dolique	4.805	0.31	4,31	4,45	2,77	11,8	10,75	9,47
Arachide	4.520	0,18	4,07	3,58	3,31	11,1	9,31	8,11
Maïs	8.170	0,68	6,15	6,35	6,96	20,1	10,62	8,66
Banane plantain	2.402	0,63	3,45	1,29	0,55	5,9	4,74	3,5
Riz	6.048	0,52	5,89	5,26	3,24	14,9	14,83	12,3
Sorgo	2.682	0,08	1,22	2,19	3,12	6,6	6,03	4,8
Soja	1.036	0,25	1,48	0,47	0,35	2,6	2,87	2,12
Igname	4.209	0,45	4,92	3,29	1,72	10,4	10,13	6,80

Tableau 6. Commerce international du manioc entre principaux Etats. FAO 2001.

Pays	Exportation Volume (tonne)	Valeur (1000 dollars)	Importation Volume (tonne)	Valeur (1000 dollars)
Manioc séché				
Brésil	262	162	-	-
Côte d'Ivoire	13	9	-	-
Ghana	30	12	-	-
Chine	-	-	1.977.585	-
Malaisie	933	151	43	17
Indonésie	177.075	13.687	65	83
Thaïlande	4.684.648	262.057	-	-
Afrique du Sud	8	2	1	-
Farine de manioc				
Brésil	1.470	434	2	2
Côte d'Ivoire	11	31	-	-
Ghana	741	303	-	-
Niger	-	-	3.275	-
Malaisie	-	-	292	27
Thaïlande	114.176	18.654	4	7
Amidon				
Brésil	17.936	4.304	3.302	837
Côte d'Ivoire	17	8	-	-
Ghana	12	17	-	1
Madagascar	-	-	75	29
Malaisie	194	47	67.627	11.528
Chine	-	-	496.091	90.919
Indonésie	10.928	2.820	66.344	9.969
Thaïlande	748.819	123.242	30	11
Afrique du Sud	-	-	2.165	344

Tableau 7. Pourcentage du commerce mondial de manioc sous forme séchée, d'amidon et de farine. FAO 2001.

Région du monde/ Principaux pays	Manioc séché Exportation	Manioc séché Importation	Amidon de manioc Exportation	Amidon de manioc Importation	Farine de manioc Exportation	Farine de manioc Importation
Amérique du Nord	-	-	-	2	-	-
EU	-	<1	-	-	-	-
Amérique Latine/Caraïbes	1	<1	<1	-	-	2
Brésil	-	-	1	-	1	-
Asie	2	1	4	41	<1	59
Chine	-	35	-	52	-	-
Indonésie	3	-	2	-	-	-
Corée du Sud	-	8	-	-	-	-
Thaïlande	84	-	79	-	98	-
Afrique	3	<1	<1	-	<1	25
Côte d'Ivoire	-	-	-	-	-	-
Ghana	-	-	-	-	-	-
Madagascar	-	-	-	-	-	-
Niger	-	-	-	-	-	-
Afrique du Sud	-	-	-	-	-	-
Reste du Monde	10	56	14	5	<1	14

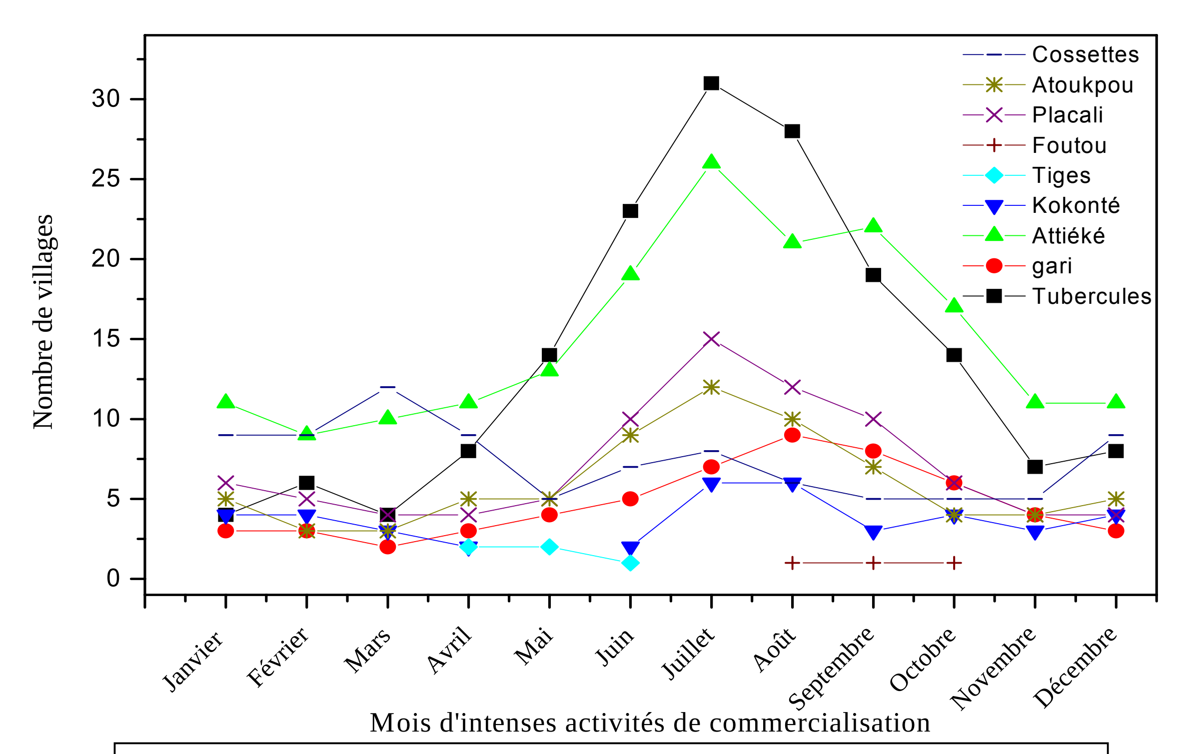


Figure 3: Changements mensuels dans la commercialisation du manioc au niveau national par produits dérivés en Côte d'Ivoire. L'intensité des ventes de ces produits varie tout au long de l'année. Diallo (2000)

Tableau 8: Disponibilité du manioc dans certains pays en 2001 (FAO 2001)

Pays	Nationale la production (tonne)	Pourcentage aux humains	Pourcentage aux fourragères	Pourcentage à d'autres utilisations
Nigéria	32.010.000	43,10	25,20	31,70
Brésil	23.300.772	33,89	50,29	15,82
RD Congo	16.412.125	90,54	5,40	4,06
Madagascar	2.565.942	84,38	9,60	6,02
Thaïlande	2.228.248	31,44	0,01	68,56
Côte d'Ivoire	1.690.836	89,91	5,09	5,00
Congo	827.582	98,41	0,30	1,29
Malaisie	812.954	41,50	2,34	56,17
Afrique du Sud	11.041	0,23	0,01	99,77

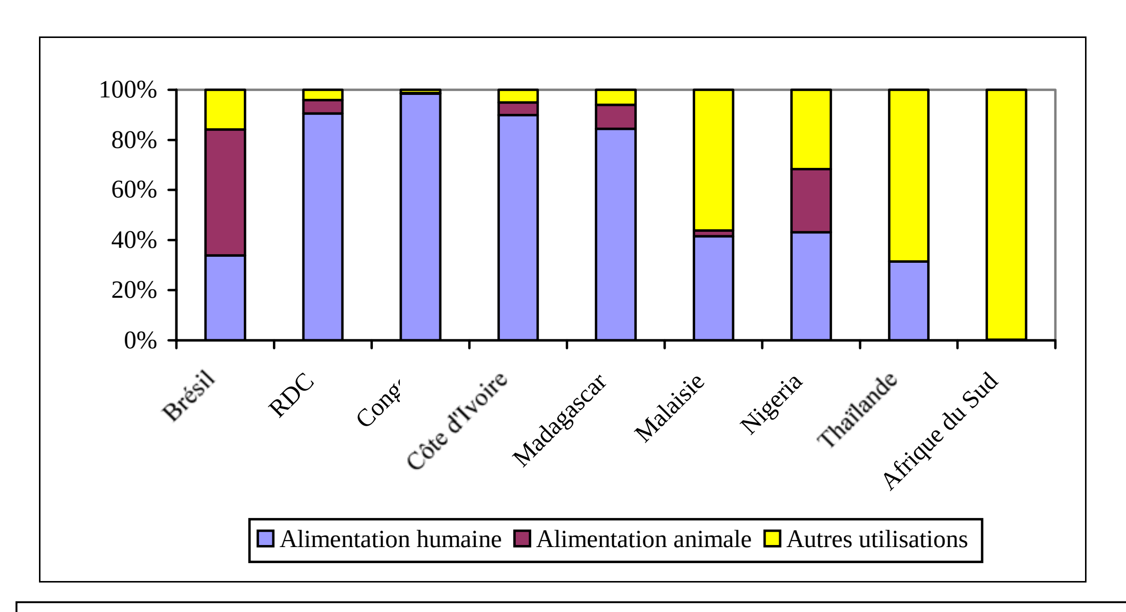


Figure 3: Répartition (%) disponibilité du manioc dans certains pays en 2001 **(**Source : FAOSTAT, 2001)

Tableau 9: Changements au niveau de la disponibilité du manioc/personne/année (kg) (FAOSTAT, 2001)

Pays	Année				
	1997	1998	1999	2000	2001
Afrique du Sud	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brésil	41,5	40,2	42,0	46,3	44,3
RD Congo	317,3	316,3	301,8	291,7	284,2
Congo	278,5	255,3	269,4	269,9	268,3
Côte d'Ivoire	101,5	99,0	96,3	94,9	92,8
Ghana	237,7	229,9	214,3	217,7	217,1
Indonésie	57,9	55,3	55,6	56,0	55,3
Madagascar	132,5	131,1	128,9	135,6	135,5
Malaisie	17,8	16,1	15,7	15,2	15,0
Nigéria	131,6	130,6	127,1	121,2	135,5
Thaïlande	10,9	10,8	11,0	11,2	11,3

Tableau 10: Commerce international du manioc pour certains producteurs en 2001 (Source : FAOSTAT, 2001)

Pays	Exportations (tonne)	Importations (tonne)
Brésil	81.775	13.216
Congo	546	-
Côte d'Ivoire	576	-
Madagascar	-	417
Malaisie	6.105	340.049
Thaïlande	16.197.321	150
Afrique du Sud	25	8.663

Tableau 11: Attiéké préparé et analysé dans le laboratoire du CSRS en Côte d'Ivoire (Assanvo 2002)

Aspect	L'attiéké frais traditionnel
Aspect chimique	Humidité : 45%, Acidité de titration : pH : 4 - 4,58 taux d'HCN (mg/100g) : trace ; Amidon : 66-88%.
Aspect physique	Diamètre des granules: 0,8 mm-1,5 mm
Normes microbiologiques	Pour l'attiéké cuit (100°C) totalement dépourvu de : 1. Tous organismes coliformes ; 2. E. coli ; 3. Streptococcus pathogènes ; 4. Staphylococcus pathogènes ; 5. Salmonelle
Caractéristiques sensorielles	Couleur : blanc crème, jaune crème; Texture: collant Goût : légèrement acide
Conservation	Délai : limité à température ambiante (une semaine), quelques mois en congélation

Tableau 12: Possibilité d'utilisation de la farine de manioc (source : FAO 2001)

Produit	% de remplacement avec la farine	Qualité du produit
Sauces	100	Consistance améliorée, absorbe l'humidité, couleur acceptable
Biscuits	5-50	Texture plus ferme, Goût acceptable, plus croustillant
Gateaux	5-30	Goût acceptable, bon volume
Pâtes alimentaires	20-25	Bonne qualité
Cornet à glace /crème glacée	5-100	plus ferme, garde une bonne texture
Soupes en sachet	20-100	Goût acceptable

Tableau 13: Coût moyen de la production des racines de manioc au Ghana, 2004

	Coûts (c/acre)	Coûts (c/ha)	taux de change (c/USD)	Coûts (USD/ha)	Coûts (USD/t avec un rendement de 17,5t/ha)	Coûts (USD/t avec un rendement de 12t/ha)
2.000	730.000	1.825.000	5.455	335	19	28
2001	960.000	2.400.000	7,17	335	19	28
2002	1.100.000	2.750.000	7.933	347	20	29
2003	1.400.000	3.500.000	8.677	403	23	34
2004	1.635.000	4.087.500	9.005	454	26	38

Source : estimations basées sur : Les contraints et possibilités qui existent pour la transformation du manioc à petite et moyenne échelle dans les régions Ashanti et Brong-Ahafo du Ghana, ICRA/KNUST, Working document series 117, Ghana 2004

Tableau 14: Produits, marchés, taille de marché et acheteurs actuels de la filière manioc

Forme	Produits	Marché	Taille de marché	Acheteurs actuels
Le manioc	tubercules frais non transformés	tubercules frais	très gros 10m t (2003)	ménages, services traiteurs
le gari	sec		Grande 600.000 t (1994, MOFA)	ménages, services traiteurs
	kokonte		petite, quantité non connue	ménages, services traiteurs
humide	agblema		non connue, mais grande	ménages, services traiteurs
	foufou		moyenne mais peu commercialisé	ménages, services traiteurs
Aliments des animaux	cossettes de manioc	aliments des animaux	25.000t [7]- 45.000 t[8] pour un marché intérieur, un marché international de 3,9m t (2003)	industrie de l'alimentation animale, éleveurs de volaille, c-à-d GAFCO, Sydal farms
amidon	durcisseur, agglomérant, contreplaqué, pâtisserie, industrie textile	industrie	15.000	Usines de fabrication de contreplaqué de Lever, Nestlé, à Koumassi et à Takoradi
farine	farine de manioc, HQFC	boulangeries fabricants de contreplaqué	55.000 t environ 3.000t	boulangers, toutefois la farine pas disponible potentiel uniquement
glucose		fabricants de bonbons	110t	n.d.
alcool		distilleries	23.000t	n.d.
		agents de lavage	n.d.	n.d.

[1] Association des éleveurs de volaille, 2005 en partant de l'hypothèse qu'il existe 10m d'oiseaux par année qui consomment 50kg p.a., taux d'inclusion de 5%.
[2] Les circuits des cossettes de manioc, 2004, en partant de l'hypothèse que 20m d'oiseaux sont nourris avec 50kg par an et 20% d'inclusion de cossettes de manioc dans leur ration

[7] Association des éleveurs de volaille, 2005 en partant de l'hypothèse qu'il y a 10m d'oiseaux par an qui consomment 50kg p.a., taux d'inclusion de 5%.
[8] Circuits d'approvisionnement des cossettes de manioc, 2004, en partant de l'hypothèse que 20m d'oiseaux sont nourris avec 50kg par an et 20% d'inclusion de cossettes de manioc dans leur ration

Tableau 15. Revenus mensuels [en millier de francs/mois] des différents acteurs de la filière de cossettes de manioc à divers endroits géographiques partout en Guinée

	Producteurs	Collecteurs	Grossistes	Détaillants
Guinée	26	16	240	16
Conakry	21	33	270	44
Labe	38	10	570	15
Faranah	8	16	-	4
Kankan	29	13	110	6
Mandiana	15	12	210	?
Sinko	34	?	580	21
Nzerekore	-	7	120	-
Gueckedou	-	20	370	11

Tableau 16. Le volume et la valeur du gari et des cossettes de manioc dans le commerce transfrontalier dans la 'semaine neuf' au marché Dawanau dans l'Etat de Kano au Nigéria estimés à partir du nombre de camions déchargés à 50.000 Nairas/tonne de gari et 35.000 Nairas /t de cossettes.[N=naira nigérian =126-129/USD]

Mars 2005	Volume (tonne)	Prix ('000 N)	Volume (tonne)	Prix ('000 N)
7	240	12.000	246	861
8	300	15.000	222	7.770
9	135	6.750	282	9.870
10	285	14.250	465	16.275
11	150	7.500	189	6.615
12	120	6.000	276	9.660
13	225	11.250	54	1.890
Total	1455	72.750	1.734	52.941

Potentialités à la transformation du manioc en Afrique de l'Ouest

Potential of cassava processing in West-Africa

Guéfala YEO
Directeur Général de la Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T)

1. GENERALITES : LA PRODUCTION DU MANIOC DANS LE MONDE, EN AFRIQUE ET EN AFRIQUE DE L'OUEST

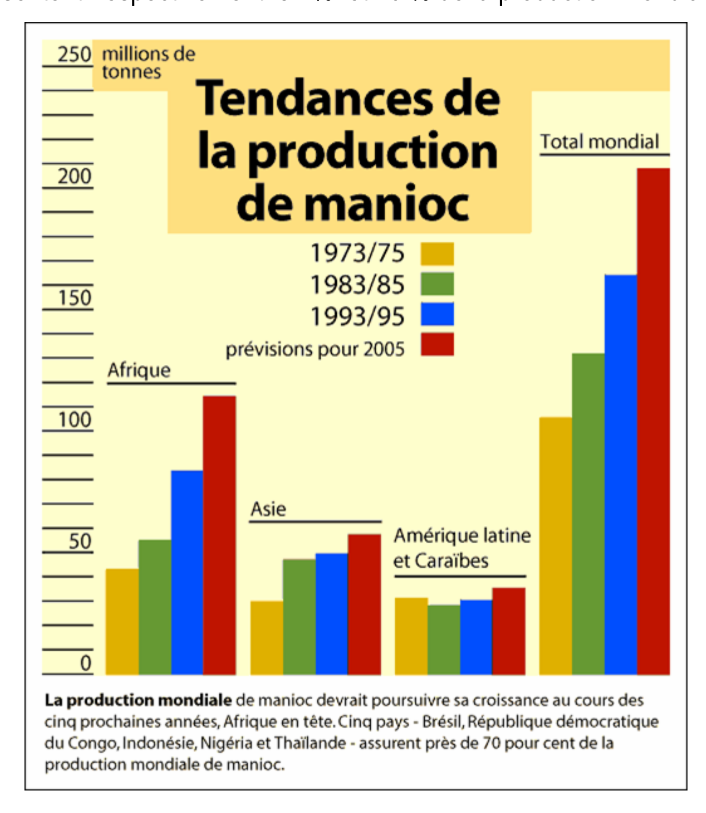
Le manioc (*Manihot esculenta* Crantz), plante tropicale, originaire du Nord-Est du Brésil joue aujourd'hui un rôle prépondérant dans l'alimentation de plus de cinq cent (500) millions d'êtres humains dans le monde.

1.1- Production du manioc dans le monde et en Afrique (1)

Dans le monde, c'est la 5ème production végétale alimentaire après le maïs, le riz, le blé et la pomme de terre.

La production mondiale de manioc était estimée à 200 millions de tonnes en 2005.

Et sous les tropiques, le manioc occupe le 3ème rang des productions alimentaires après le riz et le maïs. La production africaine de manioc représente, sur les vingt dernières, environ 52 % de la production mondiale. Quand à l'Asie et à l'Amérique du Sud avec les Caraïbes, elles représentent respectivement 32 % et 16 % de la production mondiale.



La production mondiale de manioc devrait poursuivre sa croissance au cours des cinq prochaines années, Afrique en tête. Cinq pays - Brésil, République démocratique du Congo, Indonésie, Nigéria et Thaïlande - assurent près de 70 pour cent de la production mondiale de manioc.

Tableau 1 : Répartition de la production de manioc dans le monde

	1973/1975		1983/1985		1993/1995		2005	
	Production (Millions de tonne)	%	Production (Millions de tonne)	%	Production (Millions de tonne)	%	Production (Millions de tonne)	%
Production du Monde	105	100	130	100	166	100	200	100
Production Afrique	43	41	55	42	85	51	115	57,5
Production Asie	30	28,5	48	37	50	30	59	29,5
Production Amérique Latine et Caraïbes	32	30,5	27	21	31	29	36	23

On constate :

- en vingt ans, la production du manioc a doublé en Afrique ;
- en trente ans, la production du manioc a triplé en Afrique alors que sur la même période la production mondiale a seulement doublé ;
- sur les vingt dernières années, la production de l'Afrique représente en moyenne 52,4 % de la production mondiale.

Les principaux pays de production du manioc dans le monde sont :

- Nigéria : 32 Millions de tonnes par an ;
- Brésil : 24 Millions de tonnes par an ;
- R D Congo : 19 Millions de tonnes par an ;
- Thaïlande : 18 Millions de tonnes par an ;
- Indonésie : 15 Millions de tonnes par an ;
- Ghana : 10 Millions de tonnes par an ;
- Inde : 6,0 Millions de tonnes par an ;
- Tanzanie : 6,0 Millions de tonnes par an.

1.2- La Production du manioc en Afrique de l'Ouest (2)

Tableau 2 : Production de manioc en Afrique de l'Ouest (en Tonnes)

PAYS	ANNEES				
	1990	1995	2000	2003	2005
BENIN	937.313	1.237.846	2.350.210	2.300.000	2.861.000
BURKINA FASO	4.440	2.000	2.000	2.000	2.000
CAPE VERT	5.000	3.200	3.000	3.000	3.000
COTE D'IVOIRE	1.393.000	1.608.000	1.691.000	1.7000.000	2.197.000
GAMBIE	6.000	6.000	7.500	7.500	7.500
GHANA	2.717.000	6.611.400	8.106.800	10.00.000	9.738.000
GUINEE	371.992	601.300	925.447	1.150.000	1.350.000
GUINEE –BISSAU	17.491	14.721	32.000	34.000	38.000
LIBERIA	380.000	175.000	440.500	480.000	490.000
MALI	1.102	1.222	14.787	24.175	56.000
NIGER	141.900	77.700	164.515	105.000	100.000
NIGERIA	19.043.008	31.404.000	32.010.000	33 ,379.000	41.565.000
SENEGAL	69.278	55.515	132.859	125.000	281.000
SIERRA LEONE	123.400	219.200	240.891	377.248	(378.000)
TOGO	592.867	602.212	700.697	724.000	725.000
TOTAL	25.803.791	42.619.316	46.822.206	50.410.923	59.791.500

Source : FAOSTAT

La production de l'Afrique de l'Ouest qui est de 59 Millions de tonnes représente près de 30 % de la production mondiale et 52 % de la production de l'ensemble de l'Afrique. Elle est identique à la production de manioc de tout le continent asiatique.

Et pourtant, le manioc n'a été introduit sur la côte Ouest-Africaine qu'au 15ème siècle par les navigateurs portugais.

1.3- Intérêt du manioc

Le manioc s'est donc répandu dans les zones tropicales et subtropicales, en raison de sa capacité à pousser sur les terres marginales sur lesquelles d'autres cultures sont difficiles à cultiver.

La plante est aussi résistante à certaines conditions de sécheresse que ne peuvent supporter certaines céréales, notamment le maïs et le riz.

Son centre d'intérêt se trouve également dans la possibilité de pouvoir le laisser en terre et à le récolter progressivement pour se prémunir des pénuries alimentaires éventuelles.

L'une des caractéristiques de la plante, c'est aussi sa capacité à se protéger de certains ravageurs, en raison de sa teneur en glucosides cyanogéniques.

1.4- Principaux pays africains consommateurs de manioc

Pour toutes ces raisons, la racine de manioc qui est la principale composante alimentaire du manioc est un produit vivrier majeur dont se nourrissent environ 200 millions d'africains soit le ¼ de la population du continent avec une consommation moyenne de 100 kg de racines de manioc/ht/an, avec des pays ou la consommation est plus élevée que la moyenne continentale.

On retiendra principalement que sur les vingt premiers pays consommateurs de manioc au monde dix huit sont du continent africain et six sont de l'Afrique de l'Ouest.

Cette prédominance de la consommation alimentaire du manioc en Afrique sur toutes les autres formes d'utilisation a fait du manioc une culture vivrière alors que dans les autres continents les usages non alimentaires sont beaucoup plus importants. En effet, en Afrique 85 % du manioc produit est destiné à l'alimentation humaine contre 50 % en Asie, en Amérique Latine et au Caraïbes.

Ainsi, le premier pays consommateur de manioc au monde est le Paraguay avec 524 kg/ht/an. Le Brésil et la Thaïlande qui, au rang des producteurs se classent deuxième et quatrième ont des consommations par habitant et par an qui sont respectivement de 158 kg et de 309 kg.

Les autres formes d'utilisation du manioc méritent donc une analyse approfondie pour en tirer les valorisations les plus prometteuses pour l'Afrique.

Un large examen est proposé sur les potentialités de transformation du manioc et leurs caractéristiques essentielles.

Tableau 3 : Principaux pays consommateurs de manioc (3)

PAYS	CONSOMMATION (en kg/ht/an)	RANG MONDIAL PAR RAPPORT A LA PRODUCTION	RANG CONSOMMATEUR
République Démocratique du Congo	399	3è	2ème
Ghana	395	6è	3ème
Nigeria	281	1er	5ème
Mozambique	261	9ème	6ème
Congo	243	22ème	7ème
Bénin	212	20ème	8ème
Tanzanie	201	8ème	9ème
Madagascar	164	14ème	10ème
Gabon	159	39ème	11ème
Angola	154	17ème	13ème
Libéria	148	28ème	14ème
Ouganda	123	11ème	15ème
Centrafrique	121	30ème	16ème
Togo	113	27ème	17ème
Côte d'Ivoire	110	18ème	18ème
Cameroun	98	19ème	19ème
Burundi	78	26ème	20ème

Source : ARCHIVES DE DOCUMENTS DE LA FAO

2. PRINCIPALES COMPOSANTES ALIMENTAIRES DE LA PLANTE

Les principales composantes alimentaires de la plante sont les feuilles et les racines dont les compositions sont indiquées ci-après :

Tableau 4 : Composition nutritionnelle des feuilles et des racines (4)

	Feuilles	Racines de manioc épluchées	Racines entières
Eau	85	60	65
Glucides (% MS)	41	91 (68 à 78 % amidon)	89
Lipides (% MS)	6	0,5	1
Protéines (% MS)	25	2	2,5
Cendres (% MS)	8	2,5	3
Fibres (% MS)	20	4	4,5
Glucosides Cyanogeniques (mg/kg de poids frais)	380 à 590	30 à 240	140-640

Source : P. Sylvestre et M. ARRAUDEAU – Le manioc

Pour une tonne de racines de manioc, les parties aériennes sont estimées à 1,2 tonnes.

On retient principalement que :

- les feuilles sont riches en protéines ;
- les racines ont une teneur élevé en glucides essentiellement de l'amidon et sont pauvres en protéine ;
- les feuilles et les racines contiennent des glucosides cyanogenique à des teneurs très variables.

Les racines et les feuilles de manioc contiennent des composés cyanogéniques qui sont la linamarine (93 à 96 %) qui est la plus abondante et la lotaustraline (4 à 7 %). Ces composés sont hydrolysés pour donner lieu à la production d'acide cyanhydrique. Les feuilles, les tiges et l'écorce des racines contiennent plus de glucosides cyanogéniques que la racine épluchée.

La teneur en HCN dans les racines a donné lieu à la classification (5) des variétés de manioc en trois groupes à savoir :
- les variétés « douces » : moins de 50 mg/kg de racines épluchées ;
- les variétés modérément « amères » : entre 50 et 100 mg de HCN/kg de racines épluchées ;
- les variétés « amères » : plus de 100 mg de HCN/kg de racines épluchées.

Cette classification n'est évidemment pas très hermétique car la teneur en HCN dépend des conditions climatiques de développement de la plante. En effet, dans le cas d'une saison sèche sévère la teneur en HCN augmente.

Par ailleurs, la saveur des racines n'est pas seulement liée à la présence des glucosides cyanogéniques, il y a aussi des sucres libres notamment le glucose, le fructose et le saccharose.

L'élimination des composés cyanogéniques constitue l'une des préoccupations majeures de tout procédé de transformation du manioc tant pour l'alimentation humaine que pour l'alimentation animale.

En effet, l'acide cyanhydrique est un poison pour l'organisme. La dose pouvant entraîner des intoxications aigues chez l'être humain se situe entre 50 et 60 mg pour l'adulte soit 1 mg/kg de poids/jour (4).

Par ailleurs dans une alimentation carencée en iode, le cyanure peut provoquer l'apparition du goitre.

Pour les animaux, la dose létale est de l'ordre de 2 à 2,5 mg/kg de poids vif pour le bétail et de 4 à 5 mg/kg de poids vif pour les moutons (4).

Pour les produits destinés à l'alimentation humaine, la FAO a fixé la teneur en acide cyanhydrique des produits à 10 mg de HCN/kg de produit (6).

Pour l'alimentation animale, les normes dans les pays de l'Union Européenne sont de 100 mg de CN/kg de produit.

La nécessité de détoxifier les feuilles et les racines s'imposent donc dans toutes les chaînes de transformation.

3. POTENTIALITES A LA TRANSFORMATION DES FEUILLES DE MANIOC

L'intérêt des feuilles de manioc réside dans leur teneur élevée en protéines et plus dans la qualité des acides aminées qui composent ces protéines.

A l'exception de la méthionine pour laquelle la feuille de manioc connaît un déficit élevé, les protéines peuvent être considérées comme équilibrées, comparées à celles de l'œuf qui est la protéine de référence.

Son exploitation en alimentation humaine en Afrique Centrale peut y trouver toute sa justification.

Ces feuilles peuvent aussi être transformées pour obtenir des concentrés de protéines pour l'alimentation animale.

Mais, à ce jour aucune activité industrielle de transformation des feuilles de manioc n'a encore été réalisée.

Tableau 5 : Composition des protéines des feuilles de manioc (7)

	FEUILLES DE MANIOC	ŒUF ENTIER
Arginine	5,3 – 6,1	6,4
Lysine	6,3 – 7,2	3,9
Méthionine	1,7	4,1
Cystine	1,0 – 1,4	2,4
Typtophane	1,5 – 2,1	1,5
Leucine	8,8 – 8,9	9,2
Isoleucine	4,8 – 5,0	8,0
Valine	5,6 – 5,8	7,3
Thréonine	4,7 – 4,9	4,9
Histidine	2,2 – 2,6	2,1
Tyrosine	3,9 – 4,2	4,5
Phenylalanine	5,5 – 5,8	6,3

Source : le plan Manioc Ivoirien – L'exportateur Ivoirien

4. TRANSFORMATION DES RACINES DE MANIOC POUR L'ALIMENTATION ANIMALE

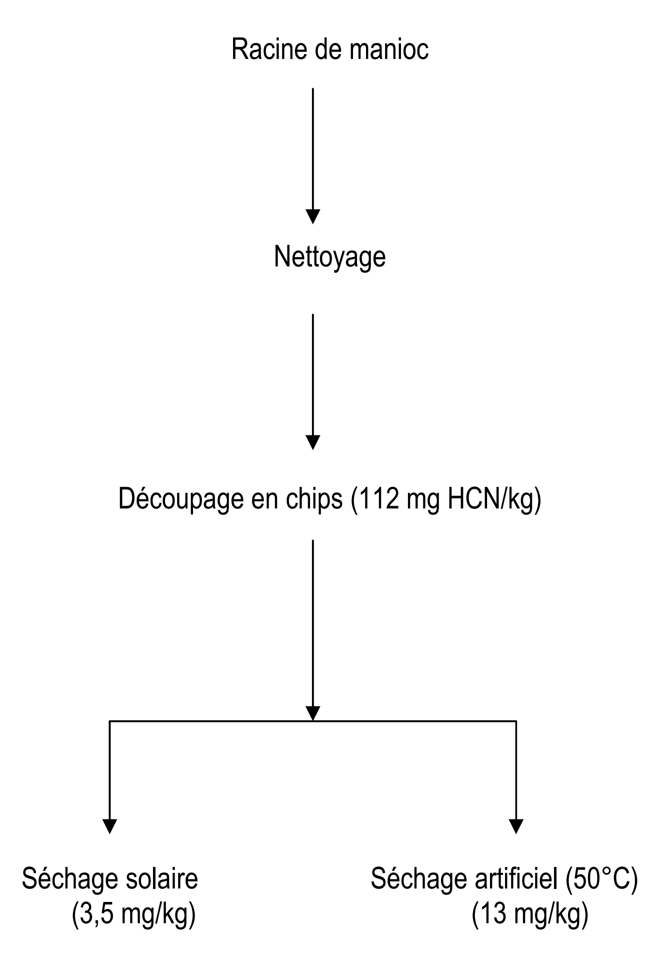
Les racines de manioc, comme le tableau 4 de composition l'a montré, sont riches en glucides et pauvres en protéines.

L'utilisation du manioc en alimentation animale vise essentiellement à satisfaire les besoins caloriques des animaux.

Et dans ce domaine, le manioc est en concurrence avec le maïs où le manioc subit une decote de 70 % par rapport au prix du maïs, en raison de sa faible teneur en protéines (8).

Les taux d'incorporation du manioc dans les aliments composés pour animaux sont généralement de 10 à 20 % pour la volaille, de 10 à 40 % pour les porcs et de 10 à 25 % pour les bovins et les ovins (8).

PROCEDE DE TRAITEMENT DES RACINES ET ELIMINATION DE L'ACIDE CYANHYDRIQUE (6)



Les expériences ont montré que le séchage solaire des chips (lamelles de petite taille) permet une élimination plus efficace des glucosides cyanogéniques par rapport au séchage artificiel. Le séchage à 60° c est plus efficace que le séchage à 100 °c, en raison de l'inactivation de l'enzyme qui en résulte.

L'élimination des composés cyaonogénes sera toujours un facteur limitant dans le choix des variétés de manioc destinées à la production d'aliments pour animaux.

Ce marché des aliments pour animaux est un débouché important puisque 54,5 millions de tonnes de manioc ont été transformées dans le monde en 2003 pour les besoins de l'alimentation animale. Quant aux marchés à l'exportation, ils s'établissent actuellement entre 6 et 7 millions de tonnes d'équivalent granulés dont près de 43 % pour la Chine et 43 % pour l'Union Européenne. La Thaïlande fournit a elle seule 95 % des besoins de ce marché.

En ce qui concerne l'Afrique, elle est non seulement absente sur ces marchés, mais elle importe du maïs pour les besoins de production d'aliments composés pour les animaux.

Tableau 6 : Spécifications Européennes des chips de manioc (9)

Eau (maximum)	10-14%
Amidon (minimum)	70-82%
Cendres (maximum)	1,8-3,0 %
Fibres (maximum)	2,1-5,0%
Cyanure	100 mg/kg
Dimension des chips épaisseur	1,5 cm (maximum largeur 4-5 m (max)

Les contraintes pour l'accès à ces marchés résident principalement dans les prix des produits et de leur teneur en amidon.

Le prix d'achat des racines de manioc varient entre 31 US $ et 45,5 US $ par tonne pour la Thaïlande alors que la dernière étude faite par I2T en 2007 en Côte d'Ivoire indique qu'il faudrait acheter les racines de manioc à un prix se situant entre 54,1 et 62,5 US$ par tonne pour intéresser les producteurs à une activité durable, soit un prix supérieur de 38 à 75 % à celui pratiqué en Thailande.

Il y a donc des contraintes de compétitivité à lever pour que des pays comme la Côte d'Ivoire puissent participer au marché des aliments pour animaux.

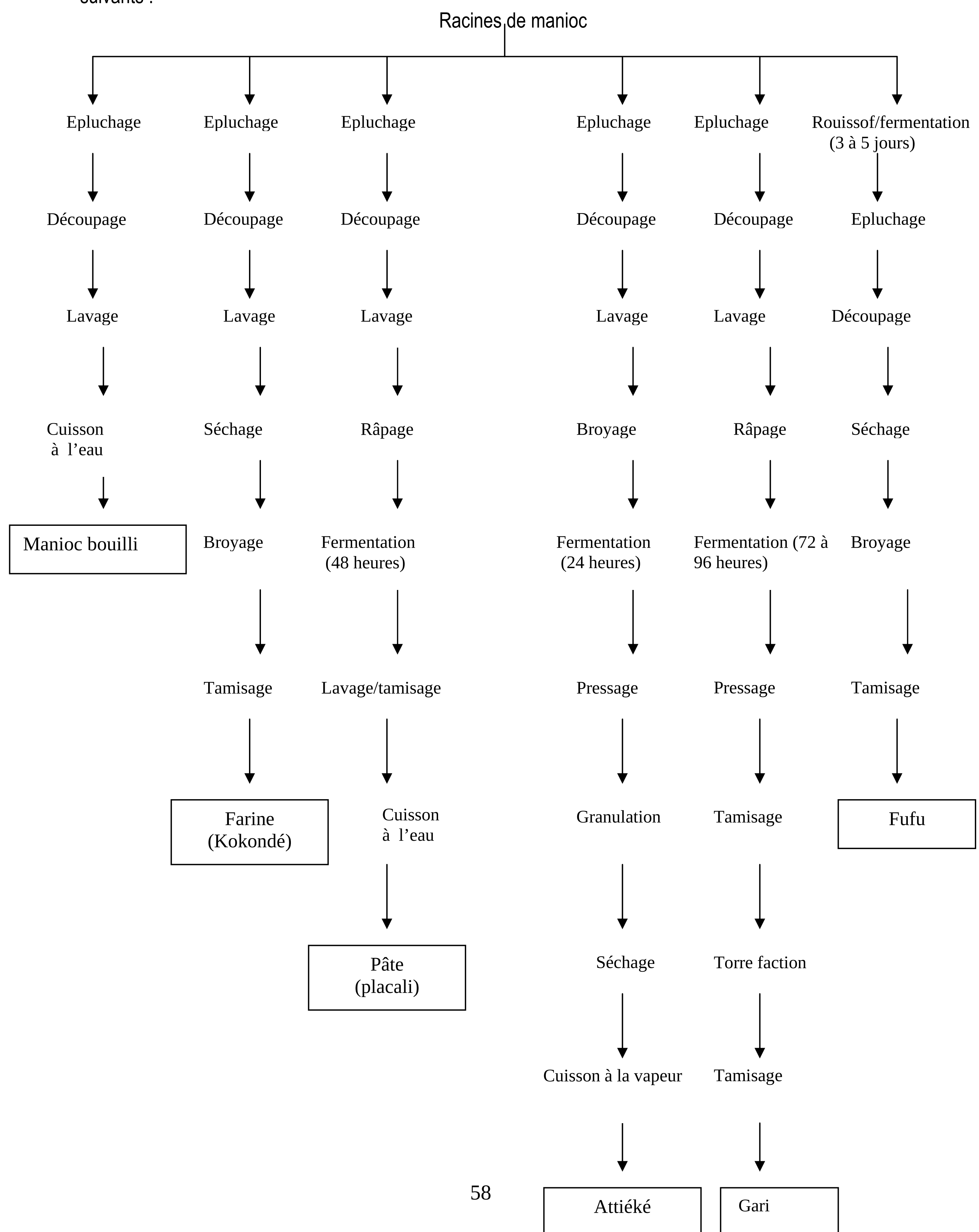
5. TRANSFORMATION DES RACINES DE MANIOC EN PRODUITS ALIMENTAIRES EN AFRIQUE DE L'OUEST

Pour l'alimentation humaine, les normes relatives à la teneur en cyanure sont beaucoup plus restrictives puisque la FAO fixe cette norme à 10 mg par kg de produit.

Différentes approches techniques ont été inventées par l'homme pour détoxifier le manioc.

5.1 – Les produits pour l'alimentation traditionnelle

Les différents produits alimentaires traditionnels avec leur mode de fabrication sont les suivants :



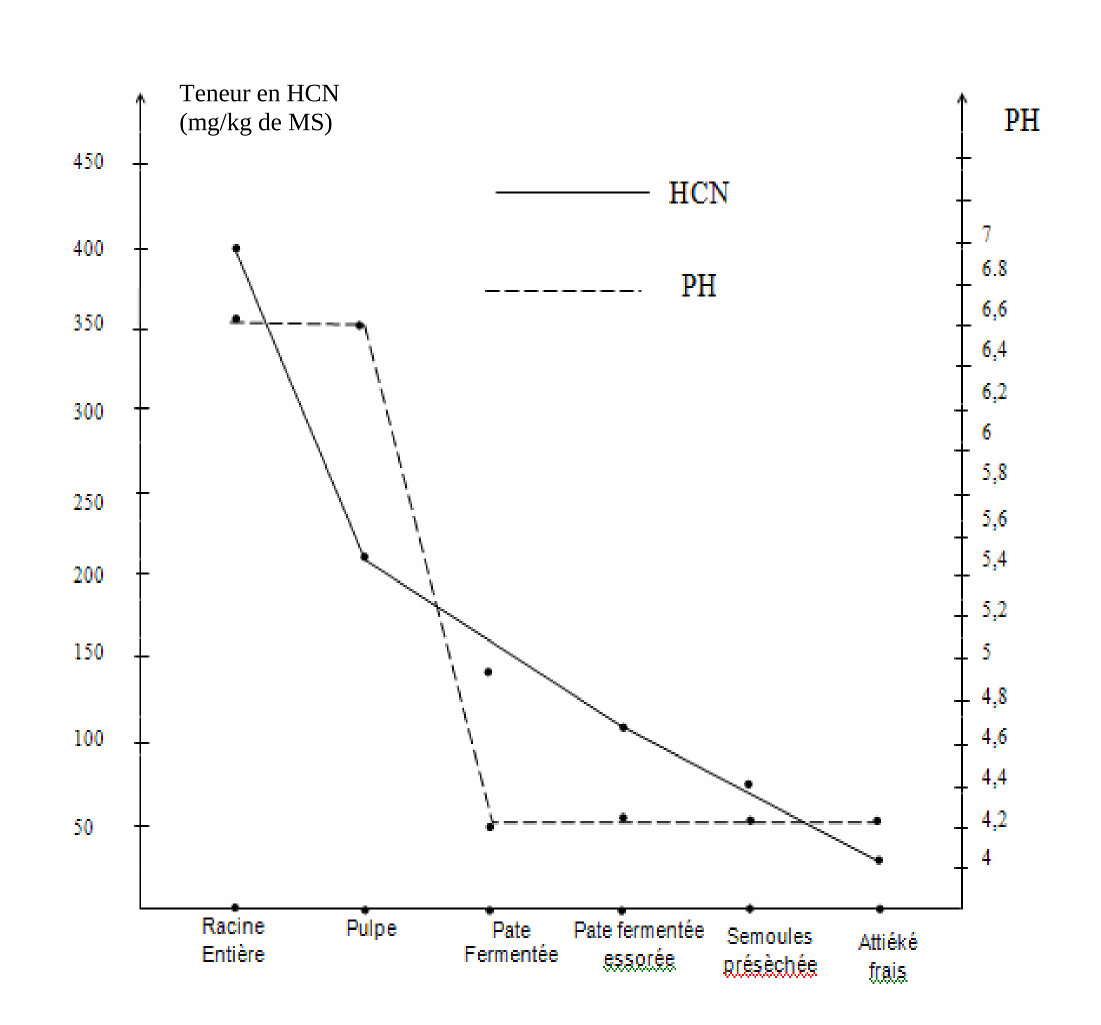
Du point de vue de la détoxification des racines :

- la cuisson à l'eau est peu efficace car, en fonction de la dimension des morceaux à cuire, environ 25 à 75% des glucoses cyanogéniques sont éliminés (12) ; en conséquence, les variétés dites modérément « amères » ou amères ne peuvent être utilisées.

- le séchage solaire nécessite des cossettes de faible épaisseur et des durées de séchage de trois (3) jours au maximum pour assurer une réduction suffisante des composés cyanogènes.

- tous les autres procédés font appel à la technique de fermentation/rouissage qui permet, en abaissant le pH de la racine, d'accélérer l'hydrolyse des glucogènes cyanogéniques et d'obtenir l'acide cyanhydrique libre (HCN) qui est soluble dans l'eau et est aussi volatile. L'optimum de l'hydrolyse se situe à un pH compris entre 5,0 et 6,0, car l'enzyme responsable de cette hydrolyse, la linamarase contenue dans le manioc, est active dans cet intervalle de pH et est inhibée par la présence de l'acide acétique lorsque la fermentation se prolonge (10).

Cas de l'élimination de l'acide cyanhydrique au cours de la fabrication de l'attiéké



Source : Rapport de stage I2T – 1998/1999

Dans le cas de l'attiéké, l'élimination de l'acide cyanhydrique est de 85 % par rapport à la teneur en HCN de la pulpe de manioc épluché. Quand à la teneur en HCN de l'attiéké frais, elle est de 48 mg/kg de matières sèches soit environ 24 mg par kg d'attiéké frais.

Pour les produits déshydratés tels que le gari et le fufu, les teneurs en acide cyahydique sont de l'ordre de 10 à 25 mg/kg de produit (10).

Outre l'élimination des composés cyanogéniques, la fermentation produit également des saveurs spécifiques à chaque type de produit avec la présence d'acides organiques tels que l'acide lactique, l'acide acétique et l'acide prépionique.

Ces acides organiques sont responsables de la modification du comportement rhéologique des produits au cours des opérations de cuisson (11).

Tous ces produits dérivent des procédés et modes de fabrication traditionnels. Quelques initiatives de fabrication à l'échelle industrielle ont été effectuées avec des tentatives d'innovation au niveau des équipements et des produits.

5.2- Quelques produits alimentaires améliorés dérivés des produits traditionnels

5.2.1- Cas de la fabrication de la farine de manioc non fermenté par I2T

A la demande du Gouvernement Ivoirien, I2T a mis au point une technologie de production de fabrication de farine de manioc destinée principalement à être incorporée à la farine de blé pour la fabrication du pain.

Ce projet avait été retenu par le Gouvernement afin de réduire les importations de blé et la sortie de devises car la consommation de farine de blé en Côte d'Ivoire est de l'ordre de 180 000 tonnes par an correspondant à une importation de 230 000 tonnes de blé.

Les travaux effectués ont permis de retenir que l'on pouvait incorporer 10 % de farine de manioc dans la farine de blé sans détérioration des qualités du pain.

L'adoption d'une telle disposition aurait permis d'économiser 3 milliards de Francs CFA par an pour l'importation du blé.

Une étude réalisée par la Commission Économique des Nations Unies pour l'Afrique a montré que pour l'ensemble des pays de l'Afrique de l'Ouest, la valeur des importations de blé destinées à l'industrie boulangère, s'établit à 4,4 milliards de US $ sur la période 1989 – 1999.

A l'horizon 2010, les importations de blé pour l'Afrique de l'Ouest sont évaluées à 6 millions de tonnes soit 4,4 millions de tonnes de farine de blé. Sur la base d'un taux de substitution de 10 % c'est environ 440 000 tonnes de farine de manioc qu'il faudra produire soit 22 millions de tonnes de racines de manioc. Cela signifiera l'augmentation de près de 50 % de la production actuelle de manioc en Afrique de l'Ouest.

A ce jour, seul le Nigéria a adopté une loi qui est entrée en vigueur en Janvier 2005 et selon laquelle les boulangeries doivent obligatoirement incorporer 10 % de farine de manioc dans la farine de blé pour fabriquer le pain. Ainsi, le Nigéria qui dépense annuellement 400 millions de

dollars US pour répondre à la demande locale de farine de l'industrie boulangère espère économiser 40 millions de dollars US par an soit environ 20 milliards de Francs CFA.

Tableau de composition de la farine de manioc pour la panification

Eau	:	10 %
Amidon	:	88 %
Fibres	:	0,5 %
Protéines	:	1,0 %
Cendres	:	0,5 %
Teneur en HCN	:	inf. à 10 mg/kg

Source : I2T – Spécification farine de manioc

Cette farine de manioc est également utilisée comme liant dans la fabrication des bases culinaires en substitution partielle de l'amidon de maïs, avec une farine surséchée à 4 – 5 % d'humidité.

2.2.2- Cas de l'attiéké déshydraté en Côte d'Ivoire

L'ITIPAT (Institut pour l'Industrialisation et la Transformation des Produits Tropicaux) et I2T ont essayé d'innover en introduisant des améliorations techniques dans la fabrication de l'attiéké et en proposant un produit nouveau, l'attiéké déshydraté.

Ce produit, peu apprécié par les consommateurs locaux, connaît pourtant un intérêt réel dans les pays non traditionnellement consommateur d'attiéké.

Une étude réalisée par I2T a montré que le marché de la zone UEMOA était de l'ordre de 3 000 tonnes d'attiéké déshydraté par an.

La Côte d'Ivoire a, avec l'attiéké déshydraté une autre opportunité pour intensifier la transformation du manioc.

D'une manière générale, les procédés modernes ont permis d'améliorer la qualité des produits (teneur en eau, teneur en cyanure, granulométrie) et d'ouvrir d'autres applications à des produits de type traditionnel.

Mais qu'ils s'agissent des produits pour animaux ou des produits pour l'alimentation dérivés des processus traditionnels ou industriels, les caractéristiques physiques et la composition chimique des racines sont déterminantes dans le choix des variétés pouvant être utilisées et les procédés à appliquer.

Pour d'autres produits alimentaires et non alimentaires, le centre d'intérêt se trouve dans les caractéristiques propres à la principale composante (le poids) de la racine de manioc qu'est l'amidon.

6. CARACTERISTIQUES DE L'AMIDON ET POTENTIALITES D'UTILISATION

L'amidon de manioc étant le principal composant de la racine, ses caractéristiques et propriétés conditionnent les utilisations de ce produit et donc les types de débouchés c'est-à-

dire de marché à conquérir, en fonction des propriétés physiques et chimiques des produits recherchés.

6.1 – Les principales caractéristiques de l'amidon natif de manioc

Voir tableau 7

Les principales caractéristiques de l'amidon portent sur la dimension des grains et la composition en amylose et amylopectine, d'où découlent les propriétés fonctionnelles à savoir la viscosité, la résistance au cisaillement, la température de gélatinisation, le gonflement, la solubilité, la stabilité du gel, la rétrogradation, etc…

Dans le cas spécifique de l'amidon de manioc, on peut retenir les caractéristiques suivantes:

- la taille moyenne des graines qui est de l'ordre de 20 microns ;
- la forte teneur en amylopectine (83 %) ;
- la faible teneur en protéines et en matières grasse.

De ces caractéristiques, il en découle certaines propriétés fonctionnelles qui sont :

- une viscosité élevée ;
- une résistance élevée à l'acidité ;
- un degré de rehumidification élevé.

6.2 – Les utilisations spécifiques de l'amidon de manioc

Les applications qui découlent de ces propriétés sont :

6.2.1- L'utilisation des farines précuites de manioc dans l'alimentation animale

Les travaux réalisés par des diététiciens de grand renom (Tremoliers et Lalong) ont mis en lumière l'intérêt du manioc sur le plan nutritionnel et diététique.

Les avantages particuliers soulignés sont :

- la faible taille des grains rend la digestion aisée avec un pouvoir tampon faible nécessitant moins de suc gastrique ;

- la faible dimension des grains, lorsque l'amidon de manioc est en mélange avec le lait accélère la digestion trypsique des protéines lait ;

- la faible teneur en protéines rend le manioc approprié à la préparation d'aliments pour les personnes allergiques à certaines protéines comme cela est le cas avec le gluten de blé.

Pour ces caractéristiques, le manioc est utilisé, sous la forme de farine précuite, dans la formulation de farines infantiles de sevrage.

6.2.2- L'intérêt de l'amidon pour l'industrie textile et l'industrie du papier

La forte teneur en amylopectine de l'amidon de manioc lui confère des caractéristiques voisines de celles des amidons amylopectines, à savoir une viscosité très élevée, une texture longue et une transparence de l'empois.

Ces propriétés sont importantes :

- dans l'industrie textile pour l'empesage des fils afin de resserrer les fibres libres, finir les tissus, leur donner du poids et de la rigidité. L'amidon de manioc est utilisé aussi comme support de teinture dans l'impression des motifs pour laquelle des amidons à haute cohésion sont les plus appropriés ;

- dans l'industrie papetière, sous forme d'amidon prégelatinisé, pour améliorer la résistance au pliage et pour le polissage et le modelage de surface.

L'amidon utilisé sert à la fabrication des adhésifs papetiers notamment dans :

.- la fabrication de colles pour cartons ondulés ;
.- la fabrication de colles pour timbre postes, étiquettes, enveloppes et sachets auto-collants ;

L'amidon natif peut également être utilisé en brasserie et en remplacement du gritz de maïs.

7. AUTRES PRODUITS DERIVES DE L'AMIDON ET APPLICATIONS

Outre les utilisations spécifiques précédentes, l'amidon de manioc peut subir d'autres transformations pour des applications diverses.

7.1 – Les amidons modifiés

Les modifications apportées par traitement physique ou chimique ont pour but de donner de nouvelles propriétés rhéologiques aux amidons, en supprimant certains de leurs inconvénients ou en faisant apparaître de nouvelles caractéristiques intéressantes portant généralement sur la rhéologie ou la stabilisation de l'amidon.

On distingue principalement cinq catégories d'amidons modifiés :

- les amidons prégelatinisés ;
- les amidons fluidifiés ;
- les amidons réticulés ;
- les amidons oxydés ;
- les amidons stabilisés.

7.1.1 – Les amidons prégélatinisés

Ils sont obtenus par cuisson et séchage. Ils sont solubles à froid. Leurs domaines d'utilisations sont :

- l'industrie alimentaire : additifs dans les produits instantanés tels que les aliments pour enfants, les potages et les sauces ;

- l'industrie pétrolière : l'amidon progelatinisé est mélange avec l'argile pour constituer une boue qui lubrifie et refroidit les têtes de forage tout en maintenant la stabilité de la boue (l'amidon retient l'eau et conserve au mélange sa cohésion) ;

- l'industrie papetière : l'amidon modifié est un additif utilisé pour améliorer la résistance et le poids du papier ;

- la fabrication des colles pour les secteurs de la fabrication des cartons ondulés et des colles pour timbres postes, étiquettes et sachets autocollants.

7.1.2 – Les amidons fluidifiés

Ce sont des amidons modifiés par différents traitements thermiques ou chimiques pour réduire la viscosité par dépolymérisation des macromolécules en rompant certaines liaisons glucosidiques.

L'abaissement de la viscosité de l'amidon permet d'accroître son taux d'incorporation dans les différents produits :

Selon le mode de traitement on a :

- les dextrines qui sont fabriqués par grillage à sec (torréfaction) de l'amidon en présence d'un acide. Selon l'intensité du traitement, on obtient des dextrines blanches ou des dextrines jaunes. Leurs domaines d'utilisation sont :

. l'industrie textile car en pouvant incorporer plus d'amidon, l'on assure mieux la cohésion entre les fibres et l'on procure plus de poids au fil ;

. l'industrie de la fabrication de colles ;

- les amidons fluides obtenus par une légère hydrolyse acide ou enzymatique de la molécule d'amidon (la dépolymérisation reste faible). Ce traitement réduit la viscosité de l'amidon.

Ces amidons sont utilisés en confiserie, dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique (poudre de toilette, gants chirurgicaux) et dans l'industrie papetiére.

7.1.3 – Les amidons oxydés

Ils sont obtenus de la même manière que les amidons fluides mais en remplaçant l'acide par l'hypochlorite de sodium (eau de javel). Ce traitement accroît la stabilité de l'amidon et lui confère une viscosité plus faible que celle des amidons fluides.

Les domaines d'application sont les industries textiles et papetières.

7.1.4 – Les amidons réticulés

Ce sont aussi des amidons modifiés par traitement chimique, au moyen d'un réactif bifonctionnel (oxychlorure de phosphore). Ce traitement consiste à accroître la viscosité de l'amidon en créant des liaisons (ponts) à l'intérieur et entre les molécules d'amidon. On

augmente le pouvoir gonflant et épaississant ainsi que la résistance à l'acidité, aux basses et hautes températures.

Ces amidons réticents sont utilisés en conserverie (réduction du temps de stérilisation et de refroidissement) où l'amidon augmente le transfert de chaleur ainsi que la fabrication de snacks.

7.1.5 – Les amidons stabilisés

Ces amidons sont caractérisés par la baisse de rétrogradation, la résistance au pH acide et la baisse de la température de gélatinisation. Ils sont obtenus par traitement chimique d'esterification ou d'ethérification. Les principaux produits connus sont les acétales et les phosphates d'amidon. Ces amidons stabilisés sont utilisés dans certaines formulations de produits congelés et dans l'industrie papetière.

Tableau 8 : Caractéristiques et domaines d'utilisation des amidons modifiés

Types d'amidon modifié	Caractéristiques	Domaines d'utilisation
Amidons prégelatinisés	Solubles à froid	- Industries alimentaires (produits instantanés, potages, sauces, flans) - Industries pétrolières (boues de forage) - Industries papetières - Colles
Amidons fluidifiés	Faible viscosité	- Industries textiles (dextrines) - Colles (dextrines) - Confiserie (amidon fluide) - Pharmacie (amidon fluide) - Cosmétologie (amidon fluide)
Amidons oxydés	- Stabilité accrue - Faible solubitilité	- Industrie textile - Industrie papetière
Amidons réticulés	- Viscosité accrue - Résistance à l'acidité - Résistance aux basses et hautes températures	- Conserverie - Snack
Amidons stabilisé	- Baisse de la Rétrogradation - Résistance au pH acide - Baisse de la Température de gélatinisation	- Produits congelés - Industrie papetière

7.2 – Les produits de l'hydrolyse de l'amidon

L'hydrolyse consiste à rompre les liaisons qui existent entre les unités de glucose qui forment les molécules d'amidon.

Cette hydrolyse se fait soit par voie chimique, soit par enzymatique.

L'hydrolyse de l'amidon donne une gamme variée de produits, selon le degré d'hydrolyse qui a été atteint et qui se définit par le Dextrose Équivalent (D.E) qui varie de 0 à 100. Il est d'autant plus élevé que l'hydrolyse est faite. Le Dextrose Équivalent représente le nombre de grammes de sucres réducteurs exprimés en unités glucose pour 100 grammes de matière sèche de l'hydrolysat.

Les produits obtenus sont avec :

- une hydrolyse faible : les maltodextrines dont le D.E est compris entre 3 et 20. Le degré de dépolymérisation des maltodextrines est supérieur à celui des dextrines et des amidons fluides. Ce sont des poudres séchées par atomisation .

- une hydrolyse partielle : les sirops de glucose dont le D.E est compris entre 20 et 70 ; leur goût sucré augmente avec le Dextrose Équivalent ; la viscosité est d'autant plus élevée que le DE est faible.

Les différents types de sirops de glucose sont :

- sirops à faible DE (28 à 38) : utilisés dans les produits surgelés et la fabrication des bières ;
- sirops à DE normal (38 à 58) :applications dans les confiseries (bonbons, gommes, chewing-gum), les boissons, les produits laitiers surgelés ;
- sirops à DE élevé (58 à 70) : les domaines d'utilisation sont les boissons rafraîchissantes, les confitures et marmelades, les biscuits et glaces.

- une hydrolyse totale : les hydrolysats avec un D.E supérieur à 95.

Tableau 9 : Comparaison de la saveur sucrée de différents composés glucidiques (14)

NATURE DU PRODUIT	SAVEUR SUCREE
Saccharose	1
Fructose	1,7 – 1,8
Sucre inverti	1,3
Glucose	0,7 – 0,8
Sorbitol	0,7 – 0,8
Sirop de glucose 60-65 DE	0,7
Sirop de glucose 42 DE	0,5
Sirop de glucose 28 DE	0,3
Maltodextrines	0,1 – 0,3

Tableau 10 : Utilisations alimentaires des produits d’hydrolyse de l’amidon

Nature de l’additif	Industrie utilisatrice	Rôle et Conséquences
	Sauces – ketchup - Condiments	- Bonne viscosité - Faible pouvoir sucrant - Évite les réactions de Maillard
	Baby Food	- Sucres à assimilation lente - Digestibilité
	Potages – Boissons déshydratées – Extraits d’essence, de parfum	- Facilite l’atomisation sans collage
	Charcuterie – Salaisons	- Renforce l’acidité - Pouvoir liant - Tenue à la coupe

	Glaçage de café, riz, légumes secs	- Donne du brillant
Sirops de Glucose à D.E normal 38 - 58	Confiserie sèche : bonbons, nougat, caramel	- Effet anticristallisant
	Crèmes glacées – Glaces	- Effet anticristallisant à basse température - Consistance onctueuse - Support d'arômes - Augmentation de la teneur en M.S. sans prendre les produits plus sucrés
	Biscuiterie – Pâtisserie sèche	- Coloration
Sirops de Glucose à D.E élevé (58 à 70)	Confiserie humide : fondants, Guimauves, fruits confits	- Évite le durcissement de l'évaporation
	Crèmes glacées – Glaces	- Stabilisation des émulsions
	Boissons sucrées	- Pouvoir sucrant - Support d'arômes
	Confiture – Conserves de fruits	- Pouvoir anticristallisant - Tartinabilité - Brillance
	Chocolaterie	- Onctuosité - Pouvoir sucrant
	Biscuiterie – Pâtisserie humide : cakes, madeleines, génoises	- Rétention d'eau - Coloration - Augmente teneur en sucres Fermentexibles
	Boulangerie	- Fermentation rapide - Coloration de la croûte

7.3 – Les produits dérivés du glucose

Les produits dérivés du glucose ont pour substrat les sirops de glucose ou les hydrolysats de glucose à DE très élevé. Ces produits sont :

- le dextrose, obtenu par purification et concentration de sirop de glucose ayant une teneur en matières sèche de 70 à 75 %. On distingue :

. le glucose monohydraté qui est du glucose pur à 9 % de teneur en eau. Ses domaines d'applications sont la biscuiterie, la boulangerie, la charcuterie, les boissons rafraîchissantes, les confitures et marmelades, la pharmacie (solutions d'infusions).

. le glucose anhydre ou glucose pur à 1 % de teneur en eau : il est utilisé principalement en charcuterie, dans les boissons sous forme de poudres instantanées, dans la confiserie et les produits pharmaceutiques.

- l'isoglucose : sucre liquide incolore.

Les deux formes les plus connues sont :

. l'isoglucose à 42 % de fructose, 52 % de glucose et 6 % d'autres sucres : il s'obtient à partir d'un sirop de glucose à DE supérieur à 95 dans lequel une partie du glucose est isomérisé pour donner du fructose avec une concentration finale en matière sèche de 71 %.

Son pouvoir sucrant est identique à celui du saccharose auquel il peut se substituer dans l'industrie des boissons, en boulangerie et en conserverie.

. l'isoglucose enrichi à 55 % de fructose

Il contient 55 % de fructose, 40 % de glucose et 5 % d'autres sucres. Le pouvoir sucrant est plus élevé de 10 % que celui du saccharose. La concentration en matière sèche est de 77 %.

Il est obtenu à partir de l'isoglucose à 42 % de fructose par élimination d'une partie du glucose soit par cristallisation du glucose (formation de cristaux et séparation), soit par enrichissement (mélange du sirop de glucose à 42 % de fructose avec une solution à 99 % de fructose). Il est le substitut du saccharose le plus utilisé dans l'industrie de boissons sucrées.

- le sirop de fructose : sucre liquide incolore à 70 % de matière sèche ayant une teneur en fructose de 96 %.

Il est fabriqué à partir d'isoglucose par séparation de glucose et du fructose selon le principe de la chromatographie : l'isoglucose est envoyé sur des colonnes à fractionner qui sont garnies d'absorbants spéciaux qui absorbent le glucose et le fructose à différents degrés, puis ceux-ci sont récupérés par lavage à l'eau déminéralisée suivi d'une concentration. Le sirop de fructose a un pouvoir sucrant plus élevé que celui du glucose (1.7 – 1.8).

Il est utilisé dans les régimes alimentaires basses calories et les produits alimentaires diabétiques.

- le sorbitol : c'est un alcool sous forme liquide à 70 % de matière sèche ou sous forme de granulés ou de poudre.

  Le sorbitol est produit par hydrogénation catolytique du glucose monohydraté ou de sirop de glucose, à pression et températures élevées.

  Le sorbitol est utilisé dans l'industrie alimentaire (aliments pour diabétiques, confiserie), dans l''industrie du tabac, l'industrie chimique (matière plastiques, détergents, colles et plastiques) et dans l'industrie cosmétologique (crème à raser, émulsifiant et fixateur d'eau dans les pâtes dentifrices).

  Le sorbitol est le substrat de base pour la fabrication de la vitamine C.

- l'éthanol, obtenu par fermentation alcoolique du glucose, il est utilisé dans les secteurs de la pharmacie et de la parfumerie.

  Une nouvelle application se développe de plus en plus dans le secteur de l'énergie comme carburant.

- les acides organiques tels que :

  . l'acide citrique : application dans les industries alimentaires, en particulier dans les secteurs des boissons (acidifiant dans les soft drinks)

  . l'acide lactique utilisé dans l'industrie chimique comme solvant et dans l'industrie alimentaire (arômes et acidifiant), les industries pharmaceutique (anticoagulant), du cuir, du textile et en cosmétologie.

- les amino-acides comme l'acide glutamique qui est un exhausteur de goût : utilisé dans l'alimentation comme additif sous forme de monoglutamate de sodium ou de calcium (bouillons culinaires, soupes, les sauces, les charcuteries salaison).

  L'acide glutamique s'obtient par fermentation du glucose en présence de sels minéraux.

Dans les chapitres précédents ont été présentés les différents produits qui peuvent être obtenus à partir des principales composantes de la plante que sont les feuilles et les racines.

Une majorité de ces produits notamment l'amidon, les amidons modifiés, le glucose et les produits dérivés du glucose peuvent être obtenus à partir d'autres matières amylacées telles que le maïs, le sorgho et la pomme de terre.

En l'absence d'industries de fabrication de ces produits, la FAO a relevé que les pays tropicaux pouvant produire du manioc, importent chaque année de l'amidon de maïs et ses dérivés pour une valeur de 80 millions de dollars US.

Par ailleurs, l'Afrique est absente sur les marchés internationaux des produits dérivés notamment ceux des aliments pour animaux et de l'amidon.

L'Afrique importe également du maïs pour la fabrication d'aliments pour animaux sans incorporation significative de produits du manioc (moins de 2 % du manioc est utilisé en alimentation animale).

Dans un tel contexte, des industries de transformation du manioc peuvent elles être envisagée en Afrique ?

Quels produits pourraient être fabriqués et pour quels marchés ?

Et quelles sont les mesures d'accompagnement à prendre pour favoriser un développement durable de ces industries ?

Tableau 11 : Caractéristiques de quelques produits dérivés du glucose et domaines d'utilisation

Produit	Caractéristiques	Domaines d'utilisation
Glucose monohydraté	Glucose pur avec teneur eau de 9 %	- Biscuiterie - Boulangerie - Charcuterie - Boissons rafraîchissantes - Confitures/Marmelades - Pharmacie (solution glucosée)
Glucose anhydre	Glucose pur avec teneur eau de 1 %	- Charcuterie - Boissons en poudre - Confiserie - Pharmacie
Isoglucose à 42 % de fructose	- Teneur en matière sèche de 71 % - Pouvoir sucrant identique à celui du Saccharose	- Boissons - Boulangerie/Pâtisserie - Conserverie
Isoglucose à 55 % de fructose	- Teneur en matière sèche de 77 % - Pouvoir sucrant supérieur de 10 % à celui du saccharose	- Boissons rafraîchissantes
Sirop de fructose	- Teneur en matière sèche de 70 % - Sucre liquide incolore - Teneur en fructose de 96 %	- Régime hypocalorique - Produits alimentaires pour Diabétiques
Sorbitol	- Produit liquide à 70 % de matière sèche - Produit granulé ou en poudre	- Aliments pour diabétiques - Boissons : bières sans alcool - Industries chimiques (matières plastiques, détergents, colles…) - Industrie cosmotélogique (pâte dentifrice, crème à raser) - Fabrication de vitamine C
Acides organiques	Acide citrique	- Boissons - Industrie chimique (plastique) - Pharmacie (anticoagulant) - Industrie du cuir - Industrie textile
	Acide lactique	- Industrie alimentaire - Industrie chimique (solvant)
Aminoacides	Sels d'acide glutamique (monoglutamate de sodium ou de calcium)	- Bouillons culinaires - Soupes - Sauces - Charcuterie – salaison - Cosmétologie

8. PRODUITS DERIVES ET MARCHES POTENTIELS

8.1 – Produits dérivés de la feuille de manioc

Les feuilles de manioc qui sont très riches en protéines sont consommées par une partie des populations africaines, en particulier de l'Afrique Centrale.

Les méthodes de préparation en ont fait un produit d'auto-consommation.

Une recherche technologique appropriée pour la fabrication d'un produit de qualité avec des normes établies permettrait de mieux valoriser cette partie de la plante par la conquête de nouveaux consommateurs et de nouveaux marchés.

8.2 – Les Produits pour l'alimentation animale

Les marchés à l'exportation existent mais les prix des produits sont fortement dépendants de ceux des céréales sur les marchés internationaux.

Pour conquérir une partie de ces marchés, les produits d'origine africaine doivent être compétitifs d'une part, avec les céréales qui bénéficient encore de subventions en Europe et aux États-unis d'Amérique et d'autre part, avec les produits d'origine thaïlandaise.

A court terme, la conquête des marchés internationaux parait difficile car les prix des racines de manioc sont ascendants, suivant la demande de satisfaction des besoins de l'alimentation humaine. Une réduction importante des coûts de production des racines de manioc reste une condition préalable pour l'accès à ces marchés.

Toutefois, l'Afrique peut conquérir une part de son marché interne en substituant les produits du manioc à une partie des importations de maïs.

8.3 – Les produits de l'alimentation traditionnelle

Les tentatives de développement de produits nouveaux dérivés des produits de type traditionnelle ont été menées mais sans obtenir de grands succès commerciaux. C'est le cas de l'attiéké déshydraté, du gari, du fufu et de la farine de manioc (non fermentée).

Les difficultés rencontrées sont de plusieurs ordres :

- une faible promotion des produits sur les marchés internationaux ;

- l'absence de technologies fiables accessibles (coût) aux PME et permettant d'obtenir des produits de qualité homogène et stable par rapport à des normes définies ;

- les difficultés d'approvisionnement régulier des unités de transfor-mation en matière première de qualité ;

- le coût parfois élevé des produits finis par rapport au pouvoir d'achat des consommateurs locaux ;

- l'absence de soutien aux opérateurs économiques pour la conquête de certains marchés internes (cas de la farine de manioc destinée à la boulangerie).

Dans cette catégorie de produits, la farine de manioc destinée à la fabrication du pain constitue un enjeu majeur. Les perspectives montrent que les besoins de productions de racines de manioc, pour incorporer 10 % de farine de manioc dans la farine de blé destinée au secteur de la boulangerie, sont évalués 22 millions de tonnes à l'horizon 2010 pour l'ensemble des pays de l'Afrique de l'Ouest. Le Nigéria a pris déjà une mesure de soutien importante. Les autres pays doivent être encouragés dans cette voie.

8.4 – L'amidon natif pour des usages non alimentaires

La production d'un amidon natif pour les besoins des secteurs industriels tels que le secteur textile paraît envisageable à travers des mini-féculeries pour la satisfaction des besoins internes.

La technologie d'extraction de l'amidon de manioc étant moins complexe que celles utilisées pour le traitement des céréales ou de la pomme de terre, en raison des faibles teneurs des racines de manioc en protéines et lipides, le développement de mini-féculeries peut être envisagé.

Cependant, l'handicap majeur reste l'absence d'une technologie appropriée pour ces mini-féculeries dont la capacité de traitement n'excède pas 5 tonnes de racines par 10 heures.

I2T a engagé des travaux dans ce sens et des équipements sont encours de fabrication pour l'installation d'une unité de production chez un opérateur privé.

8.5 – L'amidon natif alimentaire

Ce type d'amidon se distingue de l'amidon non alimentaire par les exigences de qualité de microbiologique.

La production d'un amidon alimentaire pour les besoins des industries alimentaires (bouillons culinaires, brasserie, biscuiterie, boulangerie) se heurte à la concurrence de l'amidon de maïs importé.

Pour faire face à cette concurrence, des unités de production d'amidon de manioc de grande capacité, afin de bénéficier des économies d'échelle, sont envisagées. Une unité de production de 20 000 tonnes d'amidon (350 tonnes de racines de manioc/jour, 80 000 tonnes de racines de manioc par an) a été installée au Ghana. Mais, elle se heurte à des problèmes d'approvisionnement en termes de qualité et de prix des racines. En effet, les techniques culturales du manioc, en particulier la récolte mécanisée ne sont pas totalement maîtrisées : la récolte de 350 tonnes de racines de manioc par jour doit mobiliser 700 personnes.

I2T s'est engagée dans une autre expérience avec l'installation d'une petite féculerie d'une capacité de traitement de 40 tonnes de racines par 24 heures.

Les importations d'amidon natif de maïs étaient de 3 200 tonnes en 2000 en Côte d'Ivoire.

De l'obtention d'un amidon alimentaire de bonne qualité dépend le développement d'industries de production d'amidons modifiés, de glucose et de ses dérivés.

8.6 – Les amidons modifiés

Les industries utilisatrices de ces produits sont quasiment absentes en Afrique de l'Ouest. Les besoins internes paraissent donc faibles pour envisager la fabrication de ces types de production.

Les dextrines et colles importées en Côte d'Ivoire étaient au maximun de 250 tonnes dans la période 1997 – 2000.

8.7 – Les sirops de glucose

Les industries de la pâtisserie, de la biscuiterie, des crèmes glacées et de la confiserie sont présentes dans de nombreux pays africains et peuvent constituer des marchés potentiels pour les sirops de glucose.

Mais, tout comme pour l'amidon alimentaire, la compétitivité avec les produits importés constitue l'enjeu majeur.

I2T a entrepris la réalisation d'une petite glucoserie à base d'amidon de manioc d'une capacité de production de 550 tonnes de sirop de glucose (D.E de 40 – 46) par an. Les besoins de la Côte d'Ivoire étaient de 5 800 tonnes de glucose et de sirop de glucose en l'an 2000.

8.8 – Les produits dérivés du glucose

- Pour le dextrose, les isoglucoses, le sirop de fructose, le sorbitol, les marchés intérieurs doivent être bien évalués pour envisager toute activité de production.

- Pour l'éthanol, les nouveaux enjeux de production de biocarburant pour réduire la production de gaz (C02) à effet de serre ouvrent une nouvelle opportunité pour le manioc.

Le Bénin a déjà engagé des expériences de production d'éthanol (95°GL) à partir du manioc pour les besoins des industries pharmaceutiques et cosmétologiques (parfumerie). Deux unités de production ont été déjà installés mais rencontrent des difficultés d'approvisionnement en matières premières (cossettes de manioc séchées). Les capacités de production sont de 100 m^3/an et de 3000 m^3/an.

Le Nigéria envisage de produire de l'éthanol carburant à partir du manioc, en vue de la substituer à l'essence, à hauteur de 20 à 25 % dans les véhicules sans changer le moteur. Déjà une loi autorise l'incorporation de 10 % de bioéthanol à l'essence. L'intérêt réside aussi dans la réduction de la dépendance énergétique et les économies de devises pour les pays importateurs de produits pétroliers.

Une étude réalisée par l'UEMOA montre que les investissements industriels sont estimés à 337 millions F CFA et à 2,6 milliards F CFA pour des unités de production de 953 m^3/an et de 9529 m^3/an de biocarburant (1000 m^3/an et 10000 m^3/an d'éthanol à 95°GL). Les coûts de production du biocarburant au Bénin, sont estimés à 295 F CFA/l et 270 F CFA/l HT pour

des produits non emballés et pour un prix d'achet des racines de manioc à 15 000 F CFA/tonne (Rendement de 140 l de biocarburant par tonne de racines). Ces prix sont à comparer à celui du bioéthanol obtenu à partir de la mélasse en Côte d'Ivoire et qui est de 123 F CFA/l HT pour un prix de la mélasse de 8 000 F CFA/tonne (Rendement de 290 litres/Tonnes de mélasse) avec un investissement de 2,1 milliards F CFA pour une capacité de production de 9 529 m^3/an.

Des études spécifiques sont donc nécessaires par pays pour faire le choix de la matière première la plus appropriée (mélasse de canne, pomme de cajou, manioc, maïs).

- Pour les sels d'acide glutamique (glutamate de sodium ou de calcium), les besoins des marchés intérieurs sont à évaluer en vue d'étude et de réalisation de projets.

Le glutamate est utilisé dans différentes industries notamment celles des bouillons culinaires et de la cosmétologie (pâtes dentifrices). Les importations de la Côte d'Ivoire se situent entre 3800 et 4500 tonnes par an pour une valeur CAF de 2,8 à 3,8 milliards de F CFA.

9. LES CONTRAINTES DANS LE DEVELOPPEMENT D'INDUSTRIES DE TRANSFORMATION

A travers l'analyse des produits pouvant constituer des centres d'intérêt pour le développement d'industries de transformation du manioc en Afrique, des contraintes ont été relevées. Ce sont :

- le prix élevé de la matière première est un handicap dans la compétitivité des dérivés du manioc par rapport aux produits commercialisés sur le marché international ;

- l'absence de technologies ayant des conditions d'exploitation rentables adaptées aux faibles tailles des marchés internes ;

- les difficultés à assurer un approvisionnement régulier des unités de transformation ;

- la faiblesse des recherches et d'innovation technologiques pour faire passer les produits de type traditionnels du stade de produits d'auto-consommation à celui de produits commerciaux internationaux ;

- la faiblesse des recherches scientifiques pour mieux connaître les propriétés physiques et chimiques de l'amidon natif et des amidons modifiés de manioc, en vue d'accroître le champ de leurs applications spécifiques c'est-à-dire les marchés. Selon une étude de la FAO, les publications scientifiques sur les propriétés physiques des amidons tropicaux sont faibles.

La répartition des publications sur les propriétés des amidons est la suivant :

. igname	:	0,72 %
. mil	:	1,52 %
. sorgho	:	3,55 %
. manioc	:	5,68 %
. riz	:	13,14 %
. Pomme de terre	:	17,41 %
. Blé	:	28,72 %

. Maïs : 29,73 %

Cette insuffisance de recherche sur les propriétés fonctionnelles de l'amidon et le coût élevé de la matière première conduisent l'étroitesse des débouchés et la faible compétitivité des produits.

Tableau 12 : comparaison qualitative de l'état d'utilisation de l'amidon et produits dérivés de différents matières premières

Paramètres	Maïs	Blé	Pomme de terre	Maïs type Waxy	Manioc
Productivité de la matière première	***	***	***	***	*
Compétitivité du prix de la matière première	***	**	*	***	***
Efficacité de la conversion de l'amidon	***	**	*	***	**
Valeur des sous-produits	**	***	*	**	*
Coûts du traitement des déchets	*	*	**	*	***
Compétitivité du prix de l'amidon	***	**	*	**	*** (a)
Applications dans les industries alimentaires	**	**	*	***	*** (a)
Applications dans les industries non alimentaires	***	***	**	**	**
Applications dans les édulcorants	***	**	*	***	**
Avancées dans la recherche et développement	***	***	***	***	*
Note : *** : élevé ; ** Moyen ; * Faible					

Source : Global Cassava Development Market – FAO and IFAD
(a) : Thaïlande

- L'absence d'une stratégie de développement de la culture du manioc dans les pays africains alors que la communauté internationale qui mesure l'intérêt que peut représenter le manioc dans la sécurité alimentaire des populations et le développement économique des pays tropicaux prend des initiatives pour soutenir la promotion de la culture du manioc. Au titre de ces initiatives, on peut citer l'Initiative Panafricaine sur le Manioc (IPM) lancée par le NEPAD en partenariat avec l'IITA. Il y a également la mise en place du Global Cassava Development Strategy) par le FIDA, la FAO, le CIAT, le CIRAD, l'IITA et le NRI.

Toutes ces institutions internationales considèrent que le manioc est la culture vivrière la plus fiable pour les agriculteurs en Afrique, en Asie et en Amérique Latine, qu'elle est aussi une

culture de rente qui peut favoriser le développement rural et qu'il est par conséquent indispensable de promouvoir la production, la transformation et l'utilisation du manioc.

10- CONCLUSION : PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS

De l'analyse qui précède, l'on peut déduire que les handicaps à surmonter pour intensifier la transformation du manioc Afrique sont importants.

Mais, le manioc peut constituer un produit leader pour développer un nouveau type d'agro-industries faisant appel à des niveaux de technologies les plus variés.

Les produits dérivés du manioc sont si nombreux, que les pays africains peuvent s'ouvrir des débouchés sur les marchés internes et sous-régionaux.

Et, pour y parvenir il apparaît nécessaire que les États adoptent des stratégies et des mesures de soutien au développement de la culture, de la transformation et de la commercialisation des produits. Quelques unes des ces mesures pourraient être :

1. le renforcement des capacités des centres de recherche agronomique en vue :

- de sélectionner des variétés plus productives et à haute teneur en amidon, afin de réduire le coût de la matière première ;

- de créer de nouvelles variétés, en faisant appel au génie génétique, notamment des variétés contenant du gluten pour la production de farine panifiable destinée aux importants marchés de la boulangerie, de la biscuiterie et de la pâtisserie ;

2. le renforcement des capacités des centres de recherche et d'innovation technologique, en vue :

- d'acquérir, adapter et vulgariser des technologies dont les conditions économiques d'exploitation intègrent les contraintes du développement agricole et celles des marchés locaux et sous-régionaux ;

- de développer des technologies permettant d'accroître la productivité des procédés traditionnels de transformation du manioc et d'améliorer la qualité des produits afin de promouvoir la consommation de ces produits auprès de consommateurs non traditionnels ;

- d'accroître la connaissance sur les caractéristiques et les propriétés fonctionnelles de l'amidon et de ses dérivés ;

- de créer ou d'adapter des produits nouveaux adaptés aux marchés locaux comme par exemple l'amidon aigre de manioc qui est utilisé en Amérique Latine pour la formulation de produits spéciaux en boulangerie, pâtisserie et biscuiterie.

3. le renforcement de la coopération entre les différentes structures de recherche agronomique et agro-technologique tant africaines qu'internationales, par la mise en place de programmes de recherche d'intérêt commun afin d'accélérer l'obtention de résultats dans les délais assez courts.

L'adoption de telles mesures pourrait contribuer à faire du manioc une culture qui contribue à satisfaire les besoins alimentaires des populations, à réduire les importations de produits dérivés des céréales et à créer de nouvelles activités industrielles.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. FAO – Défendre la cause du manioc. L'actualité, Avril 2000

2. CFC – Market Led Development of enterprise – Based Cassava Processing Systems in West Africa – Project proposal.

3. FAO – Archives des Documents de la FAO – Les cahiers de recherche développement du CIRAD – Le manioc : quelles priorités de recherche pour améliorer la production en relation avec la transformation et la commercialisation.

4. P. SYLVESTRE et M. ARRAUDEAU, le manioc P 175

5. D.G. COURSEY. Cassava as Food : Toxicity and Technology – P 29 – Monograph IDR C – 010e

6. FAO – Les richesses du sol – Les plantes à racines et tubercules en Afrique : une contribution au développement des technologies post-récolte : le manioc un aliment pour tout le monde. P 23

7. CICE – Le plan manioc ivoirien – L'Exportateur Ivoirien, 34 (1983), p. 13

8. FAO – Étude de faisabilité relative à la transformation du manioc et autres produits dérivés destinés à l'alimentation humaine, au bétail et autres usages au Congo, au Zaïre et en Côte d'Ivoire - 1985

9. FAO/IFAD Global Cassava market study – Business opportunities for the use of cassava chips industry in the EU. (2004), p.4

10. I2T – Étude de l'évolution des acides cyanhydrique et lactique au cours de la fabrication de l'attiéké – Rapport de stage – p. 31

11. THI HAI PHAN et CHRISTIANE MERCIER – Amélioration de la composition et de la texture du plat traditionnel africain « le foufou » par addition de monoglyceriades au manioc – Sciences des Aliments, 4 (1984), p. 109-120

12. M. COLONNA et M. THIBAULT. Propriétés fonctionnelles des polysaccharides – APRIA (1986), p. 117

13. M. CHAMPS et M. FAISANT – Technologies et qualités nutritionnelles des amidons. Les cahiers de l'ENS-BANA, 8 (1992)

14. OFFICE NATIONAL INTERPROFESSIONNEL DES CEREALES – L'amidonnerie de maïs et de blé en France et dans la CEE – Les cahiers de la filière (2), 1986.

Actes du 1er Atelier International
Potentialités à la transformation du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Afrique de l'Ouest

Proceedings resulting from the 1st International Workshop
Potential of Cassava (Manihot esculenta* Crantz*) Processing in West Africa

04-07 Juin / June 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire

Partie 1 / *Part 1*

Thème 1:
Commercialisation et consommation du manioc et produits dérivés

Topic 1:
Marketing and Consumption of cassava roots and derived products

The IFAD Regional cassava processing & marketing initiative

Andrea SERPAGLI
Coordinator (a.serpagli@ifad.org)

Cassava has long been recognized by IFAD as a strategic crop in Africa, particularly for the Western and Central Africa (WCA) region, due to its high potential to contribute to pro-poor rural and agricultural development. The first IFAD pro-cassava project in WCA dates back to 1980; IFAD's cassava current project portfolio in the region is about USD 110 million, with ongoing projects in Ghana (since 1999), Nigeria (2001), Benin (2001) and Cameroon (2004). Further expansion of activities is planned.

Over all of the 80s and the 90s, IFAD contributed to cassava development by initiating and enabling pilot projects (mainly production oriented) and studies. While the successes of these initiatives resulted mainly in an increased crop production and productivity, the major challenges today relate to post-harvest processing and market access. In the same way, while so far most efforts to develop the cassava sector have been devoted to national programmes, lessons from past and ongoing experiences underscore the importance of sub-regional, and even regional, interventions as markets and businesses stretch beyond national borders.

In this context, IFAD has put in place the Regional Cassava Processing and Marketing Initiative (RCPMI), which is funded by the Italian Government (with a total contribution of US$ 1,3 million) and which main objectives are:

- Maximize cross-fertilization among IFAD projects (loans and grants) in the area of cassava processing and marketing;
- Develop new markets, both for existing and new cassava products; and
- Enhance policy dialogue, both at a national and regional level, to support cassava industry development efforts.

To achieve these goals, the RCPMI envisages the implementation of a set of actions meant to:

- Identify the best processing technologies and good practices -within and beyond the region, and to adapt them to local conditions;
- Strengthen the mechanisms for exchanging cassava market and technological information–also through the use of Fidafrique, the IFAD regional communication and information network for rural development;
- Increase integration of stakeholders within the cassava chain;
- Develop new markets –both for existing and new products;
- Promote policy dialogue with regional and national policy makers, building up new or consolidating existing partnerships with concerned regional organizations/institutions and national Authorities.

A detailed plan of action for the RCPMI, covering the whole life span of this Initiative, is being worked out and will be completed soon after the main stakeholders within the IFAD cassava concerned projects and the overall cassava industry in WCA region, will be consulted. Participation to this Regional Workshop is a concrete effort the RCPMI has made towards this goal.

L'initiative régionale de IFAD pour la transformation et la commercialisation du manioc

Andrea SERPAGLI
Coordonnateur (a.serpagli@ifad.org)

Le manioc a été longtemps reconnu par IFAD comme une récolte stratégique en Afrique, en particulier pour la région de l'Afrique Centrale et Occidentale (ACO-*WCA*), due à son potentiel élevé à contribuer au développement rural et agricole des pays pauvres. Le premier projet sur le manioc de IFAD dans *WCA* remonte à 1980 ; La brochure en cours des projets sur le manioc de IFAD dans la région indique un investissement d'environ USD 110 millions, avec des projets en cours au Ghana (depuis 1999), au Nigéria (2001), au Bénin (2001) et au Cameroun (2004). Une expansion des activités est projetée.

Au-delà des années 80 et 90, IFAD a contribué au développement de manioc en lançant et en permettant les projets pilotes (principalement pour une stratégie de production) et les études. Tandis que les succès de ces initiatives avaient, principalement comme conséquence, une production végétale et une productivité accrues, les principaux défis actuels sont liés à la transformation post-récolte et à l'accès du marché. De la même manière, alors que jusqu'ici la plupart des efforts en vue développer le secteur de manioc ont été consacrés aux programmes nationaux, les leçons des expériences passées et en cours soulignent l'importance des interventions sous-régionales, voire régionales, vu que les marchés et les entreprises s'étendent au delà des frontières nationales. Dans ce contexte, IFAD a mis en place l'Initiative Régionale de Transformation et de Commercialisation du Manioc (IRTCM-*RCPMI*), qui est financée par le gouvernement italien (avec une contribution totale de US$ 1.3 millions) et dont les objectifs principaux sont :

- maximiser les échanges mutuels au niveau des projets IFAD (prêts et dons) dans les zones de transformation et de commercialisation de manioc ;
- développer de nouveaux marchés, pour les produits existants et nouveaux de manioc ;
- accroître le dialogue politique, à la fois au niveau national et régional, pour soutenir des efforts de développement de l'industrie du manioc.

Pour réaliser ces objectifs, le *RCPMI* envisage l'exécution d'un ensemble d'actions à savoir :

- Identifier les meilleures technologies de transformation et les bonnes pratiques – à l'échelle régionale et au-delà, et les adapter aux conditions locales ;
- renforcer les mécanismes pour les échanges d'informations sur les marchés et les technologies relatifs au manioc – également par l'utilisation de canaux comme Fidafrique, le réseau régional d'IFAD de communication et d'information pour le développement rural ;
- augmenter l'intégration de parties impliquées dans la chaîne de manioc ;
- développer de nouveaux marchés – à la fois pour les produits existants et nouveaux ;
- favoriser le dialogue politique avec les décideurs régionaux et nationaux, permettant de créer de nouvelles collaborations ou de consolider l'existant entre les organisations/institutions régionales intéressées et les autorités nationales.

Un plan d'actions détaillé pour le RCPMI, couvrant la durée entière de cette initiative, sera établi et accompli peu après que les parties impliquées dans les projets manioc de IFAD et toute l'industrie du manioc dans la région de WCA, soient consultées. La participation à cet atelier régional est un effort concret que le RCPMI a fait en vue d'atteindre ce but.

Systems for ensuring cassava root supply to processing plants

Malachy O. AKORODA
Department of Agronomy, Faculty of Agriculture and Forestry, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria

This study aims to show that only well-made plans on how to source roots will keep the industries running year-round. Estimates of production costs for all steps in the field production cycle are to be taken into the modelling of production prices for fresh roots. This will allow for negotiation of selling prices in such a way that realistic price offers are made to cassava cultivators and sellers; in this way, producers and processors can work together in harmony. Essential for the overall synchrony in the supply of roots to processing plants is the geographic spread of suppliers and processing plants in relation to access routes and suitable agro-ecologic environments for the production of cassava. In all, only an overall cooperative arrangement of actors in all aspects of the cassava commodity chain can keep the flow of roots year-round to processing plants.

Keywords: cassava, root supply, year-round farming, processing plants

INTRODUCTION

Leafy shoots, stems for planting and starch-containing tuberous roots are the chief products of cassava farms. To get enough roots for the daily operation of processing plants is a task that demands coordination, deep thought, plan, and persistent follow-through action. Failure of the processing plants to work for as many days of the year as they desire is largely due to inadequate supply of roots to the plant. Consequently, the capacity operation is low to medium for many existing processing plants. Processing operations become seasonal for a crop that is possible to harvest all year round, if plans are in place to ensure regular supply of roots. For this reason, many plants fail to operate because the idle days exceed the workdays, yet they must pay permanent workers. Assemblage of all business knowledge and information would enable the determination of the best practices. In many instances, the business and science of cassava production require that they be unified into one single system.

VARIETIES TO CULTIVATE FOR THE PROCESSED PRODUCT

The genetic material planted determines to a great extent the yields that will be realized. In any cassava growing location, there are many or several varieties. Not all are high yielding. But for the purpose of the production of a definite product, one or a few are known to be preferred. On the basis of this information, only those selected should be planted. Even if the common varieties are easily available there is need to promote and encourage some farmers to grow only the selected few so that they meet the required volume for the processing plant. The increase in the preferred variety will only happen as a result of determined promotion and assistance with the stems and requisite field practice and inputs. Yield of varieties average 10 t/ha but reach 20 t/ha in well-managed fields that exceed 10 ha apiece. Attempts to get averages of 30 t/ha will require more expertise than is available among the common category of present day farmers. They need more skills of management of personnel and materials used in the farm as well as firm grip of the knowledge of the crop and the soil and weather. But root yields reduce if the weed management and fertilizer doses are low or unbalanced.

Among dozens of possible varieties available to plant at a chosen site, there is need to ascertain which few are suitable for the end-use targeted. Dry matter yields [fresh raw root yield x dry matter content of roots] are best estimated at the day of harvest that is usual for each location, around 12

months after planting or staggered from 9 through 12 MAP.

GEOGRAPHIC DISTRIBUTION OF PROCESSING PLANTS

How many processing plants can operate to full capacity in defined area of territory? Too many beyond the supply capacity of the area will reduce the percentage capacity of the operation of each plant. Proper satisfaction of the needs of raw roots by processing plants depends on their constellation in relation to the network of road and the zones best suited for root production. The joint or correlated dispersion is the result of careful determination of sites of plants to take advantage of the zones of production and how these two factors are linked by infrastructure [road, telecom,

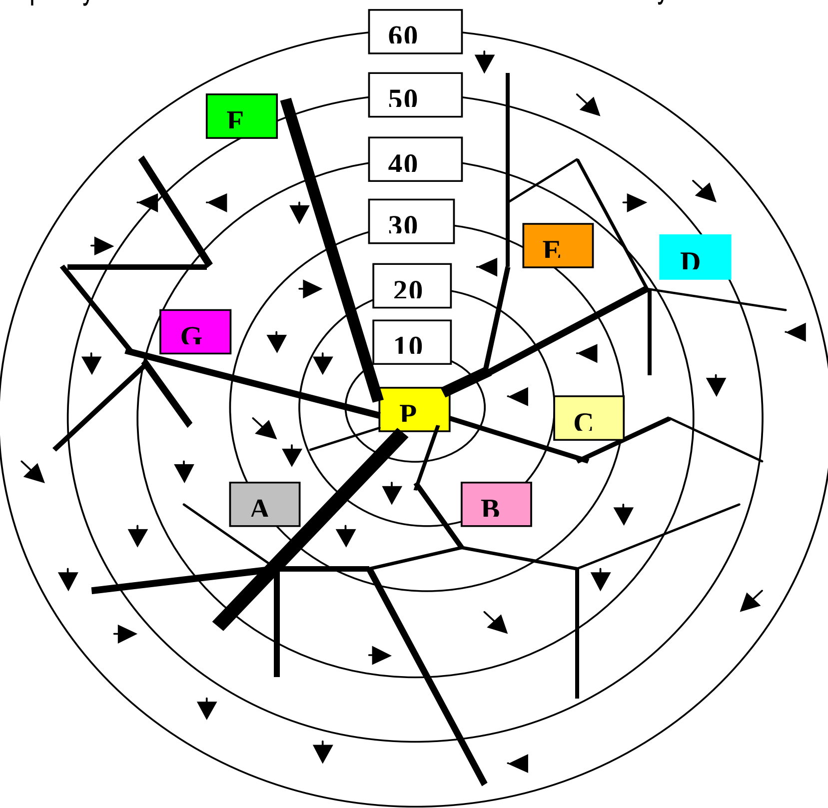


Figure 1. Cassava root supply zone to a Processing Plant [**P**] accessed by road network along seven routes [**A-G**] over area at **10-60** kilometre radii from the location of the processing plant. (Small triangles are root supply points or village markets or roadside markets for fresh cassava root trade).

electricity, etc.].

Assume a location A, from which there are concentric circles of widening radii. The proportion of the plants need for roots satisfied by the quantity of roots obtainable from each of the space under cassava area harvested

The number of processing plant in an area has to tally with the supply capacity of the area otherwise the "price war" between the buyers will shoot the price up.

Because investors do not inform each other about their intentions to build a processing plant, they are usually not aware of the existence of other processing plants. Consequently, several plants may exist in the same radii hoping to source their roots from the same area. Unfortunately, the supply in the area within that radius may not be sufficient for the needs of all the plants present in the area. The competition for sourcing roots provokes sellers to hike their prices.

Scouting and ascertaining that the terrain of the supply is monitored to provide what is expected from it is a must. It is dynamic and should be watched well monthly or quarterly to make subsidiary plans to meet any shortfalls in the targets.

GEO-SPATIAL DISPERSION OF SUPPLY SITES

Suppliers of roots would commonly be cultivators in the neighborhood of the processing plant. The scatter defines the limits of collection and assemblage of the roots. Consequently, the decision on who would retrieve or collect roots would affect the price paid for roots; besides the transport price of the roots that is considered when pricing is fixed. Figure 1 shows how the small supply sites at different distances from the processing plant are networked and accessed.

CONTRACT TO GROW ROOTS FOR A FAIR PRICE

A contract system involves: 1) Document of transparency, trust, and witness for all contractors; 2) Variety that suits the desired end-product from the processing plant; 3) Hectares, stem and stake preparation method and time of planting; 4) Support with relevant equipment and tools; 5) Education and extension on best-bet field techniques; 6) Fair price and modelling cost of production; 7) Development of a viable relationship for sustainability; 8) Provide loans and credits in cash or kind to guarantee timely production; 9) Organise the timely and adequate supply and transportation of inputs and outputs; 10) Growers also shareholders to the processing plants; and 11) Perfect documentation of all transactions to manage the system creditably well. A processing plant may have a farm or contract the cultivation of the cassava to selected farmers or even buy from the open markets that sell fresh roots across the production zone around it. How well one or more of these three avenues provide its quota of roots for its operation will vary with season and year. Usually, processing plants may use a combination of all three types of root supply systems. The percentage allotted to each of them would vary from place to place. Our experience suggests that the ration weights in favor of own production by the processing plant establishment. It may be well to consider a ratio of "own farm" 40-60%, "contract growers with whom there is contract" 30-50, and "open market purchase" 20-40%. For stable and regular operations at the plant, a supply plan is needed. This would include:

a. A statement of the tonnes of roots to keep the plant at a desired daily capacity of operation and the number of days of plant operations to keep up to the planned target

b. What price range is targeted in the budgeting of the plant

c. Design of the location of the farmers so that the least transportation is involved

d. Payment and retrieval plan for the roots, as regards who is to deliver or collect roots

e. A legal contract, stating all terms as may be required for smooth collaboration in trade.

A price is fair if both parties are pleased with it. All factors affecting the price are to be made know at the time of negotiation so that the likelihood of defaulting are reduced. Carefully negotiated contracts are important for meeting more regular supplies to the plant year-round. A *cost-plus* approach is suggested; which considers: cost of production, sundry payments, government levies, a good profit margin, as well as interests on capital.

ROAD NETWORK AND VEHICULAR TRANSPORT

The ratio of root prices to the cost of producing roots determines the interest of farmers to continue in cassava cultivation. The fall and rise in the area cultivated follow a cyclic pattern that is dictated by selling price of the roots each season. The total distance [in kilometer] from the farm gate to the sale point and finally to the gate of the processing plant is a strong factor influencing the transaction price of roots. Several factors control the transaction price:

a. distance from [in kilometer]
b. dendrite ratio of the road path [distance to point/radius from the processing plant]
c. quality of the road surface [number of bumps and pot-holes/km, hardness of road cover]
d. carriage volume of the vehicle and total hire rate per day
e. price/availability of vehicle fuel and lubricants
f. number of control stops and payments made [police, customs, phyto-sanitary officers, traffic regulators, local government tax collectors, etc.]

FIELD PRODUCTION OF ROOTS

Field production relates to soil, weather, variety and people that manage the crop and tools in day-to-day operations. The actual production of roots is based on two systems. One is the traditional system dependent on manual work, where cassava is planted intercropped with other crops on the same farm with a low level of inputs. The other is sole cassava under the best farm practices often with farm work partially mechanized. The farm adopts the best: spacing, time of planting, fertilizer application, and weed management. Choice of a weed control measure is critical for decision based on mean gross margin rather on just root yield. The stability of profit [CV (%)] shows one application of Glyphosate is the best in the study area (Table 1).

Table I. Mean Gross Margin (Naira/ha) of hand-weeding (H-W) and herbicides to control *Imperata cylindrica* in cassava field production [Ibana 2005].

Control of *Imperata cylindrica*	Average root yield (tonne/ha)	MGM (‘000 Naira/ha)	Coef. of var. (%)
Fusilade	13.35	16.80	50.6
Fusilade x 2 times	10.36	7.83	23.3
Glyphosate x 1 time	17.63	38.33	24.9
H-W x 2 +Mucuna	12.43	2.79	192.8
H-W x 3	17.48	12.45	95.4
Glyphosate + Mucuna	17.63	33.81	55.5

Know-how of field variables is the most important aspect in producing roots. Soil fertility status, weather for the start and end of the season, fertilizer doses and mode of application, manures doses and mode of application, varieties to plant and the sources of the stem of standard quality to guarantee high emergence, time of planting, stake spacing from row to row and from stand to stand, record and modeling of cost of every variable item involved or consumed in the field production cycle. Persons that operate a farm must all be trained in any work they do and acquire skills relevant to the aim of the farm.

Assisting the cultivators with varied inputs will ensure a better regime of supply to the processing plant. Fertilizers, manures, soil test facilitation, crop agronomy extension in trainings and in field practice. Tractors for field preparation, harvest and transport of roots to the assembly point would greatly synchronize the work to the benefit of the processing plants. Cultivators spend much time in trying to assemble the inputs each season. But aggregate supply for a collective of cultivators will greatly stabilize the root supply to processing

plants. Each term of assistance is documented, negotiated, and agreed to before these are implemented. In this way, there evolves a smooth relationship between the processing plant as a buyer of roots and the cultivators as producers and sellers of roots.

Discontinuous processing of roots will also affect the pattern of supply due to inability of the plant to use up all roots and so cause farmers to restrict the amount of roots harvested from farms with staggered dates of planting. Thus, a root harvest schedule should tie to root-use patterns by plants in the area. In this way, staggered plantings will help achieve regular supply for daily work of plants. Planting across the first 90 days of the season at each location spread over several agro-ecologies help provide for a varied number of harvest days.

CONCLUSIONS

The supply of roots to processing plants will require planned schedules of field production from own and contracted farmers, local market purchases; price modeling and negotiation for fair price management arrangements between growers and buyers. The quantity of roots required by a plant should be well estimated according to the installed capacity of each processing plant in recognition of conversion rates for each type of cassava product, and the cassava genotype with specific advantages towards the target end product from the processing plant.

REFERENCES

Ibana S.E. 2005. Economic analysis of weed management systems in the derived savannah zone of Nigeria. Ph.D. Thesis. University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

Systèmes visant à assurer l'approvisionnement en racines de manioc des usines de transformation

Malachy O. AKORODA
Département d'Agronomie, Faculté d'Agriculture de Forestry, Université d'Ibadan, Ibadan, Nigeria

La présente étude vise à démontrer que seuls des programmes bien ficelés axés sur les moyens à mettre en œuvre pour rechercher des fournisseurs de racines feront tourner les industries toute l'année. Les estimations des coûts de production de toutes les étapes du cycle de production de plein champ doivent être incluses dans l'établissement des modèles de prix de production des racines fraîches. Ce démarche tiendra compte de la négociation des prix de vente de sorte que des offres de prix réalistes soient faites aux cultivateurs et vendeurs de manioc ; ainsi, producteurs et transformateurs pourront travailler ensemble de façon harmonieuse. Le facteur capital pour la synchronie d'ensemble de la fourniture des racines aux usines de transformation réside dans la répartition géographique des fournisseurs et des usines de transformation par rapport à l'accès à des routes et à des environnements agro-écologiques adaptés à la production du manioc. Tout compte fait, seul un accord global de coopération passé entre les acteurs à tous les niveaux de la filière manioc peut maintenir l'approvisionnement en racines des usines de transformation à longueur de l'année.

Mots-clés : manioc, approvisionnement en racines, culture toute l'année, usines de transformation

INTRODUCTION

Des pousses de feuille, des tiges à planter et des racines tuberculeuses amylacées constituent les principaux produits de la culture du manioc. Obtenir assez de racines pour assurer les activités quotidiennes des usines de transformation représente une tâche qui demande de la coordination, mure réflexion, un programme et une action poursuivie sans relâche. Le fait que les usines de transformation ne réussissent pas à travailler pendant autant de jours de l'année qu'elles le souhaitent tient en grande partie au fait que l'usine n'est pas convenablement approvisionnée en racines. En conséquence, l'exploitation à pleine capacité est moyenne et réduite pour de nombreuses usines de transformation. Les opérations de transformation deviennent saisonnières pour une culture qu'on a la possibilité de récolter toute l'année, si des programmes sont mis en œuvre en vue d'assurer l'approvisionnement régulier en racines. Pour cette raison, de nombreuses usines ne réussissent pas à fonctionner parce que les jours de relâche dépassent les jours ouvrables, elles doivent pourtant payer des ouvriers permanents. La mise ensemble de toutes les connaissances et informations commerciales permettrait de définir les meilleures pratiques. Dans de nombreux cas, les activités et la science de la production du manioc doivent être unifiées pour former un seul système.

VARIETES A CULTIVER DESTINEES AU PRODUIT TRANSFORME

Le matériel génétique planté détermine dans une très large mesure les rendements qui seront obtenus. Dans n'importe quel endroit de culture du manioc, on trouve de nombreuses ou plusieurs variétés. Elles ne sont pas toutes à rendement élevé. Mais aux fins de la production d'un produit précis, il est bien connu qu'une ou quelques unes emportent la préférence. Sur la base de ces informations, seules celles qui ont été sélectionnées doivent être plantées. Même si les variétés courantes sont plus facilement disponibles, on a besoin d'inciter et d'encourager certains cultivateurs à cultiver uniquement les quelques unes sélectionnées afin qu'ils puissent satisfaire le volume dont l'usine de transformation a besoin. L'augmentation de la variété préférée ne surviendra que suite à une promotion déterminée et à l'assistance fournie sous forme de tiges et de pratiques et d'intrants indispensables sur le terrain. Le rendement des variétés atteint la moyenne de

10 t/ha, mais atteint 20 t/ha dans les champs bien gérés qui dépassent 10 ha chacun. Des tentatives visant à obtenir des moyennes de 30 t/ha demanderont davantage de compétence qu'on en rencontre dans la catégorie courante des cultivateurs actuels. Ils ont besoin de plus de compétences pour la gestion du personnel et des matériels utilisés à la ferme ainsi qu'une bonne maîtrise des connaissances relatives à la culture au sol et au climat. Mais les rendements des racines diminuent si la gestion des mauvaises herbes est mal assurée et si les engrais sont utilisés à des doses faibles ou non équilibrées.

Parmi des dizaines de variétés possibles disponibles pour être plantées sur un site choisi, il faut s'assurer d'identifier lesquelles sont adaptées à l'utilisation finale visée. La meilleure estimation des rendements des matières sèches [rendement des racines fraîches brutes x teneur en matières sèches des racines] est faite le jour de la récolte qui est habituel pour chaque emplacement, environ 12 mois après la plantation ou échelonné de 9 à 12 mois.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES USINES DE TRANSFORMATION

Combien d'usines de transformation peuvent fonctionner à plein rendement dans une zone définie du territoire ? Trop d'usines dépassant la capacité d'approvisionnement de la zone réduiront le pourcentage de la capacité d'exploitation de chaque usine. La satisfaction des besoins des usines de transformation en racines brutes dépend de leur constellation par rapport au réseau routier et aux zones les mieux adaptées à la production de racines. La dispersion conjointe ou corrélée résulte d'une détermination minutieuse des sites des usines afin de profiter des zones de production et de quelle manière ces deux facteurs sont reliés par des infrastructures [routes, télécommunications, électricité, etc.].

Supposez un emplacement A, d'où partent des cercles concentriques de rayons qui s'élargissent. La proportion des besoins en racines des usines satisfaits par la quantité de racines qu'on peut obtenir à partir de chaque aire sous production de manioc

Le nombre d'usines de transformation dans la zone doit concorder avec la capacité d'approvisionnement de la zone, sinon la “guerre

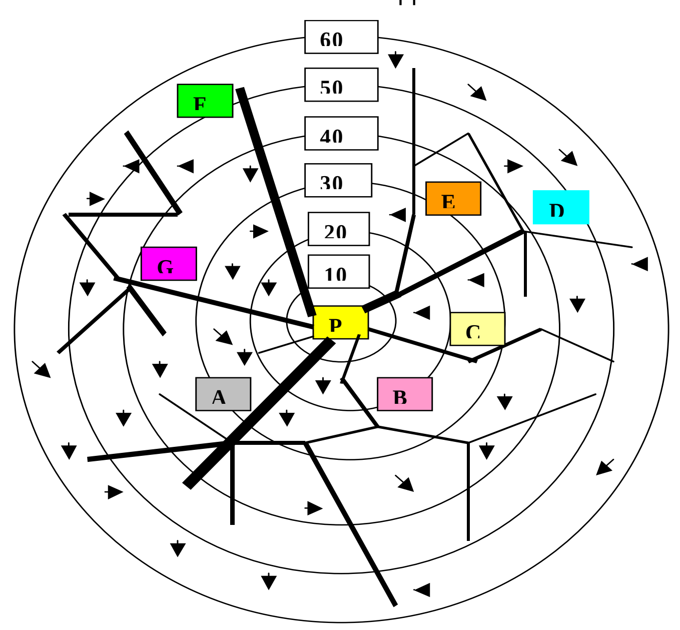


Figure 1. Zone de fourniture de racines de manioc à une usine de transformation [P] accédée par réseau routier par sept voies [A-G] dans une zone située dans des rayons de 10-60 kilomètres de l'emplacement de l'usine de transformation. (Les petits triangles représentent des points d'approvisionnement de racines ou des marchés villageois ou des marchés en bordure des routes pour le commerce de racines fraîches de manioc).

des prix" que se livrent les acheteurs fera monter les prix en flèche.

Dans la mesure où les investisseurs ne s'informent pas mutuellement sur leurs intentions de construire des usines de transformation, ils ne sont d'ordinaire pas au courant de l'existence d'autres usines de transformation. En conséquence, plusieurs usines peuvent exister dans les mêmes rayons dans l'espoir de rechercher les fournisseurs de leurs racines à partir de la même zone. Malheureusement, il se peut que l'approvisionnement dans la zone comprise dans ce rayon ne soit pas suffisant pour satisfaire les besoins de toutes les usines présentes dans la zone. La concurrence que se livrent les usines pour rechercher des fournisseurs de racines pousse les vendeurs à augmenter leurs prix.

Il est indispensable d'explorer le terrain d'approvisionnement et de s'assurer qu'il est surveillé afin qu'il offre ce qu'on en attend. Il est dynamique et doit faire l'objet d'une bonne surveillance mensuellement ou trimestriellement afin d'élaborer des plans subsidiaires en vue de mettre en œuvre des plans visant à faire face à toutes insuffisances dans les objectifs.

DISPERSION GEO-SPATIALE DES SITES D'APPROVISIONNEMENT

Les fournisseurs de racines seraient communément des cultivateurs du voisinage de l'usine de transformation. La dispersion définit les limites du ramassage et de groupage des racines. En conséquence, la décision relative à qui récupèrerait ou ramasserait les racines affecterait le prix payé pour les racines ; outre le prix du transport des racines qui est étudié lorsque le prix est fixé. La Figure 1 indique de quelle manière les petits sites d'approvisionnement situés à diverses distances de l'usine de transformation sont interconnectés et accédés.

CONTRAT VISANT A CULTIVER DES RACINES A UN PRIX EQUITABLE

Un système de contrat comporte : 1) Un document de transparence, de confiance, et de preuve pour toutes les parties contractantes ; 2) Une variété qui est adaptée au produit final souhaité issu de l'usine de transformation ; 3) Des hectares, la méthode de préparation des tuteurs et des souches et le moment de la plantation ; 4) Un appui avec l'équipement et les outils nécessaires ; 5) L'éducation et la vulgarisation des meilleures techniques sur le terrain ; 6) Un prix équitable et une estimation des coûts de production; 7) L'instauration d'une relation durable pour la viabilité écologique ; 8) La fourniture de prêts et crédits en espèces ou en nature afin de garantir une production à temps ; 9) L'organisation de l'approvisionnement et du transport adéquats et à temps des intrants et des extrants ; 10) Des producteurs et également les actionnaires des usines de transformation ; et 11) Une parfaite documentation de toutes les transactions en vue de gérer la filière honorablement bien. Une usine de transformation peut posséder une ferme ou passer un contrat avec des cultivateurs choisis pour planter du manioc ou même acheter sur les marchés ouverts qui vendent des racines fraîches dans toute la zone de production ou aux alentours. Dans quelle mesure une ou davantage de ces trois avenues fournit convenablement son quota de racines pour son exploitation variera avec les saisons et les années. D'ordinaire, les usines de transformation ont la possibilité d'utiliser une combinaison de tous les trois types de systèmes d'approvisionnement en racines. Le pourcentage affecté à chacun d'eux varierait d'un endroit à un autre. Forts de notre expérience, nous proposons que la ration pèse en faveur de la production propre par la création des usines de transformation. Il est peut-être bien d'envisager une proportion de 40-60% de « ferme propre », de 30-50% de « producteurs contractuels avec lesquels un contrat a été passé » et de 20-40% « d'achat sur les marchés ouverts ». Pour des opérations stables et régulières à l'usine, un programme d'approvisionnement est nécessaire. Celui-ci comprendrait :

a. Une spécification des tonnes de racines nécessaires pour maintenir l'usine à une capacité d'exploitation journalière souhaitée et le nombre de jours

d'opérations de l'usine afin d'atteindre l'objectif planifié.

b. Quelle est la gamme de prix fixée comme objectif dans la budgétisation de l'usine ?

c. Conception de l'emplacement des cultivateurs de sorte que cela entraîne le moins de transport possible

d. Plan de paiement et de récupération des racines, en ce qui concerne qui doit livrer ou ramasser les racines

e. Un contrat juridique qui stipule toutes les conditions qui pourraient s'avérer nécessaires pour une bonne collaboration dans les échanges.

Un prix est équitable si les deux parties en sont satisfaits. Tous les facteurs qui affectent le prix doivent être connus au moment de la négociation afin que les chances de défaillance soient réduites. Des contrats négociés avec soin sont importants pour satisfaire des approvisionnements plus réguliers à l'usine tout au long de l'année. Il est proposé une méthode du coût de production majoré qui prend en compte : le coût de production, les paiements divers, les impôts gouvernementaux, une bonne marge bénéficiaire, ainsi que les intérêts des capitaux.

RESEAU ROUTIER ET TRANSPORT AUTOMOBILE

Le rapport des prix des racines contre le coût de la production des racines détermine l'intérêt que ressentent les cultivateurs de poursuivre la culture du manioc. La hausse et la baisse des cours dans la zone cultivée suivent une tendance cyclique qui est dictée par le prix de vente des racines chaque saison. La distance totale [en kilomètre] de la ferme au point de vente et en fin de compte à l'usine de transformation représente un important facteur qui influe sur le prix de vente des racines. Plusieurs facteurs contrôlent le prix de vente :

a. la distance à partir de [en kilomètre]

b. le ratio de dendrite de la route [la distance au point/rayon à partir de l'usine de transformation]

c. la qualité de la surface de la route [nombre de bosses et de nids de poule/km, la dureté du revêtement routier]

d. le volume de transport du véhicule et le tarif total de location par jour

e. le prix/la disponibilité du carburant et des lubrifiants du véhicule

f. le nombre d'arrêts pour contrôle et les paiements effectués [les agents de police, des douanes, les agents phytosanitaires, les agents de la circulation, les agents de recouvrement des impôts gouvernementaux locaux, etc.]

PRODUCTION DE PLEIN CHAMP DES RACINES

La production de plein champ se rapporte au sol, au climat, à la variété et aux personnes qui s'occupent de la culture et des outils dans le fonctionnement journalier. La production réelle des racines repose sur deux systèmes. L'un représente le système traditionnel qui dépend du travail manuel, dans lequel le manioc est planté entre les rangs d'autres cultures dans la même ferme avec un faible taux d'intrants. L'autre consiste à cultiver uniquement du manioc en appliquant les meilleures méthodes agricoles avec souvent les travaux agricoles en partie mécanisés. La ferme adopte ce qu'il y a de mieux : espacement, moment de plantation, application d'engrais, et gestion des mauvaises herbes. Le choix d'une mesure de lutte contre les mauvaises herbes est crucial pour la décision fondée sur la marge bénéficiaire brute moyenne au lieu uniquement du rendement des racines. La stabilité du bénéfice [CV (%)] indique qu'une application de Glyphosate est la meilleure dans la zone d'étude (Tableau 1).

Le savoir-faire des variables sur le terrain est l'aspect le plus important dans la production des racines. L'état de la fertilité du sol, le climat pour le début et la fin de la saison, les doses d'engrais et le mode d'application, les doses de fumier et le mode d'application, les variétés à planter et les

sources de tige de qualité standard afin de garantir une levée élevée, le moment de la plantation, l'espacement des tuteurs d'une rangée à l'autre et d'une étendue à l'autre, enregistrement et évaluation du coût de tous les articles variables impliqués ou consommés dans le cycle de production de plein champ.

Tableau I. La marge bénéficiaire brute moyenne (Naira/ha) de sarclage à la main (H-W) et des désherbants pour lutter contre l'*Imperata cylindrica* en matière de production de plein champ du manioc [Ibana 2005].

Lutte contre *Imperata cylindrica*	le coefficient rendement de racines (tonne/ha)	MGM ('000 Naira/ha)	(%)
Fusilade	13,35	16,80	50,6
Fusilade x 2 fois	10,36	7,83	23,3
Glyphosate x 1 fois	17,63	38,33	24,9
H-W x 2 +Mucuna	12,43	2,79	192,8
H-W x 3	17,48	12,45	95,4
Glyphosate + Mucuna	17,63	33,81	55,5

Les personnes qui exploitent une ferme doivent tous bénéficier d'une formation relative au travail qu'ils font et acquérir des compétences nécessaires pour atteindre les objectifs de la ferme.

L'aide apportée aux cultivateurs sous forme de divers intrants assurera un meilleur régime d'approvisionnement à l'usine de transformation. Des engrais, du fumier, la facilitation de l'analyse du sol, la vulgarisation de l'agronomie appliquée aux cultures grâce à des formations et la pratique sur le terrain. Des tracteurs pour la préparation du terrain, la récolte et le transport des racines au point de groupage synchroniseraient énormément le travail au profit des usines de transformation. Les cultivateurs passent beaucoup de temps à tenter de grouper les intrants chaque saison. Mais le total de l'approvisionnement d'une coopérative de cultivateurs stabilisera considérablement la fourniture des racines aux usines de transformation. Tous les termes de l'aide sont accompagnés de pièces justificatives, font l'objet de négociations et d'un accord avant leur mise en œuvre. Ainsi, il s'établit une relation sans heurts entre l'usine de transformation comme acheteur des racines et les cultivateurs comme producteurs et vendeurs des racines.

La transformation discontinue des racines affectera également le système d'approvisionnement à cause de l'incapacité de l'usine à épuiser toutes les racines et par conséquent amener les planteurs à limiter la quantité de racines récoltées dans les fermes avec des dates de plantation décalées. En conséquence, un calendrier de récolte des racines doit être lié aux tendances d'utilisation des racines par les usines de la zone. De cette façon, des plantations décalées permettront d'effectuer l'approvisionnement régulier pour le fonctionnement journalier des usines. Le fait de planter tous les 90 premiers jours de la saison à chaque emplacement réparti sur plusieurs agro-écologies permet de prévoir un nombre variable de jours de récolte.

CONCLUSIONS

La fourniture de racines aux usines de transformation demandera un calendrier planifié de production de plein champ à partir de fermes propres et des cultivateurs sous contrat, des achats sur les marchés locaux ; l'estimation des prix et la négociation en vue d'arrangements de prix équitables entre planteurs et acheteurs. La quantité de racines dont une usine a besoin doit être bien évaluée selon la capacité établie de chaque usine de transformation en reconnaissance des taux de conversion pour chaque type de produit dérivé du manioc, et des génotypes de manioc avec des avantages spécifiques destinés au produit final ciblé issu de l'usine de transformation.

REFERENCES

Ibana S.E. 2005. Economic analysis of weed management systems in the derived savannah zone of Nigeria. Ph.D. Thesis. University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

Cassava Processing in West Africa: The Research, the Development and the market

Lateef SANNI[1,2], Alfred DIXON[2], Gabbsey TARAWALI[2], Andrew WESTBY[3]

[1]Food Science and Technology Department, University of Agriculture, Abeokuta, Nigeria
[2]International Institute of Tropical Agriculture, P.M.B 5320, Ibadan, Nigeria
[3]Natural Resources Institute, Chatham Maritime, Kent, UK
Email: lsanni@cgiar.org

Cassava plays important roles. It is a famine reserve crop, a staple food for the rural populace and a cash crop for urban consumption. It is a source of industrial raw materials, and earns foreign exchange. Unfortunately, the past decades witnessed too much emphasis on production components of the cassava industry in Africa. Yesterday, traditional processing offered a low value, poor quality products and used poor storage methods with a low investment drive to restricted consumers. Today, a shift toward higher value products and systems has been initiated through various activities of international research institutes. There are a few micro-, cottage units, and small medium enterprises for processing traditional cassava products along with a few large-scale factories of cassava starch in Africa, especially Nigeria, Ghana, Tanzania, and South Africa. The paper highlighted various constraints being faced today by cassava processors in Africa. Two major problems in the cassava processing industry are still the peeling and drying processes. The future of cassava processing rest on effective implementations of those initiatives and development of commercial "windows" for cassava processors through networking, partnership, advocacy, capacity building, and enhanced marketing linkages of cassava produce with high levels of added-value products.

Keywords: Processing, Cassava, Products, Africa, Organizations

1. INTRODUCTION

Cassava is a perishable commodity with a shelf life of less than 3 days after harvest. Processing provides a means of producing shelf stable products (thereby reducing losses), adding value at a local rural level and reducing the bulk to be marketed [1]. As urban populations expand, so the demand for more convenient and shelf stable foods will increase. Some cassava foods, such as *gari, tapioca*, and *attieke*, are highly prized by urban populations, and these have managed to retain their markets. Though imported food products, such as those based on wheat, are important urban foods, there is still a high demand for traditional foods, but they are often considered less acceptable because of concerns of quality and safety [2]. Thus, this paper reports current efforts by Scientists to enhanced cassava enterprise in West and Central Africa.

2. RESEARCH

Past and current research activities have been on the development of new processing techniques and machinery for making high quality, safe food and raw materials from cassava, testing and adapting the use of the technologies and the new cassava products in Africa with effective information on good manufacturing, agricultural practices, and hygienic practices [3-7]. Some of these activities were demonstrated at the University of Agriculture, Abeokuta with funds from DFID (Fufu Commercialisation project in Southwest Nigeria between 1999 and 2002 where experiences gained in in-depth field level interaction with poor cassava processors and project success stories brought about European Union funds to examine the development of the small and medium scale enterprise sector producing cassava based products to meet emerging urban demand in West Africa between 2002 and 2005. It involved partners from the United Kingdom, Austria, Ghana and Nigeria. The University also contributes to another multi-disciplinary work supported by the DFID "Making Markets Work for the Poor" in 2004/2005.

IITA, in collaboration with relevant agencies and private fabricators, has developed some best-bet cassava peelers, graters, hydraulic presses, cabinet dryers, rotary dryers, flash dryers, solar panel dryers,

mobile graters and milling machines. Some of the equipment has been installed in micro-processing centers and small-medium cassava enterprises, most especially in Nigeria in the last 3 years [2, 3].

Most of newly developed cassava varieties had been characterized for food, feed and industrial use pasting, amylose, swelling power, granular size, color, viscosities, nutrient densities as some of performance attributes. The high yielding 10 CMD resistant varieties were released in 2005/2006 by the Nigerian Government [6, 7]. IITA' collaboration with CSRS (Centre Suisse de Recherche Scientifique) and NESTLE Plc, in Côte d'Ivoire in screening over 300 cassava varieties for the suitability of cassava flour with special characteristics for making Maggi cubes in addition to agronomic characteristics has paid dividends. After a series of experiments and analysis, six varieties were selected and currently Nestlé uses 45 t/day fresh cassava roots from these varieties obtained from a farmer outgrowers' scheme to produce the special flour to make Maggi cubes, which is traded across West Africa. This is an example of a niche need for industry in which the farmers and Nestlé Plc are gaining from this intervention in Côte d'Ivoire.

Also, in collaboration with the starch company (SOPROKA) in Senegal, elite cassava varieties adapted to the semiarid agro ecology were introduced and evaluated. The selected clones were multiplied and distributed to farmers to improve production and ensure the supply to the factory for starch production. Through collaboration with the national bakers association (ABAC) in the Democratic Republic of Congo, the use of HQCF as a composite in bread and confectionary is stimulating demand in cassava production, creating jobs, and enhancing income to households.

Over 1000 households are currently benefiting from the production of HQCF in West & Central Africa, Eastern and Southern Africa sub regions respectively. Significant capacity building was achieved with more than 20 students who completed their postgraduate degrees during the review period, in addition to several short-term attachments, as well as technical backstopping provided to national programs [3].

3. DEVELOPMENT

Yesterday, the processing systems and traditional products offered low value, poor quality, poor storage methods, restricted consumers, low investment drive. The small-scale cassava flour technology developed in the early 1990s by IITA was tested with women and farmers' groups across the country. The technologies to use cassava flour for baking bread and other snacks were also developed [4, 5] and tested in real commercial situations (bakers, biscuit manufacturers) in Mid 1990s.

Pilot initiatives undertaken by Natural Resources Institute and its partners in Ghana have demonstrated the technical and commercial feasibility of producing the new/improved cassava products such as Instant Fufu, Instant Agbelima as Improved Kokonte as well as the use of cassava flour as substitutes in baking, plywood and paperboard and producing industrial sugars.

Today, the integrated cassava project of IITA had introduced three tier processing systems. They include mobile processing enterprise (MPE), micro processing center (MPC), and small-medium scale processing center (SME) in the project states in Nigeria. Major successes:

- Over $21 million revenue generated from gross sales of cassava products
- Established 463 processing enterprises and created over 1000 new jobs
- Trained more than 5,000 persons on cassava postharvest techniques.

Various options have been adapted to develop cassava in WCA. A situation where beneficiaries will obtain 100% inputs from donors, implementing agencies or government has been proven to be unsustainable interventions. Also, releasing fund to beneficiaries to procure any of the required processing facilities has been diverted for other use. Recently, allowing equity contribution from all relevant stakeholders (especially from individual beneficiary) in the development of cassava industry has proven to be highly successful, controllable and with high level of organizational skills. Most of the financial institutions in Nigeria have started to

provide equity contributions to sustain the supply of quality cassava products.

Despite the use of the technologies, some obstacles still edge rural farmers/processors out of the market, making them fail to take full advantage of the income opportunities. These include a lack of a poor road network which obstructs movement of fresh cassava to processing centers and products to the market, lack of efficient peeling and drying facilities, enterprise skills, limited capacity of local fabricators, lack of capital by vulnerable groups, etc. Other constraints are the high cost of cassava roots and processing equipment, the absence of effective producers and processors' organizations, an inadequate number of relevant agro processing industries at the intermediate level, need for beneficiaries to acknowledge enterprises as business-oriented, restive youth and political problems as well as high energy cost [3,4].

4. MARKET

Efforts are also being made to improve the traditional cassava processing techniques, expand market opportunities for cassava, develop private sector interests to invest in the cassava sub sector, and promote policies that favor cassava development. The uses of HQCF are gaining wider application in Ghana and Cote d'Ivoire. It is already a success in Nigeria (for bread) with the 10% Government policy initiatives. Most importantly, the introduction of the policy of 10 per cent cassava flour inclusion in bread and other confectionery has made a "goldmine" out of cassava which now employs millions of Nigerians and provides income for farmers and processors in large numbers. The direct consequence of the introduction of the Policy of 10 per cent cassava flour inclusion in bread is an incremental annual demand of 300,000 T High Quality Cassava Flour by the Flour Milling Companies in Nigeria. This measure creates market for about 1.5 MT million cassava roots. Available records in the public domain indicate that processors could only meet 2 to 5 per cent of the demand for cassava flour due mainly to the constraint of inadequate processing facilities.

Some companies in the region are using cassava for plywood glues, cassava adhesives and glucose syrup [3]. Ekha Agro-a new company along Lagos-Ibadan road was commissioned in March 2007 to produce 26% of the annual National Glucose syrup demand from cassava.

IITA is strengthening the formation and stabilization of the Cassava Growers Association, Cassava Processors Association and Cassava Equipment Fabricators Association to serve as good marketing platform for the private sector's interest and driving force to sustain the cassava industry. IITA is raising the capacity of farmers, processors, local fabricators, caterers and bakers at the village level. The project has developed market information systems along with websites and is running market prices, collected at farm and factory gates, for 20 major staples weekly, on TV, in Newspapers, on the Internet, radio stations, and through SMS, covering 70 markets (30 urban, 40 rural), plus more international news (www.cassavabiz.org) as well as production of three major books on cassava [5,8,9] to guide investors, farmers and processors to have access to relevant information to support the cassava industry.

There is commercial uptake of the instant fufu technology developed by DFID/EU implemented by NRI/FRI Ghana at five medium-scale companies are producing it, the lead ones being Neat Foods Ltd., Praise Ltd. and Elsa Ltd. Volumes produced are low, representing just about 1% of the potential market, mainly because of the producers primarily targeted the US and European markets for Ghanaian emigrants, largely ignoring the potentially much larger domestic market until very recently.

5. THE FUTURE

There are substantial opportunities for breeding varieties perfectly suitable for specific processing industries. The technologies and machinery, particularly for drying, peeling, etc., are still not well known in many African countries.

An effective cassava processing system in WCA requires a coalition of private-public partnerships, with the private sector investing in market development and procuring needed machinery. Currently, IFAD's cassava processing and marketing regional initiative workshop, Accra declaration, March, 2006 also affirmed previous action plans with

the private sector as the key driver. The public sector has to provide the needed policy environment, improve competitive technology, and particularly physical infrastructure. The market diversification will also require strengthening the presently weak link between industrial processors, fabricators, and the producers of cassava products in WCA.

REFERENCES

1. Phillips, T., D. Taylor, L. O. Sanni and M. O. Akoroda (2004) A Cassava Industrial revolution in Nigeria-The potential for a new crop. ITTA, Ibadan (Under review). 48pps.

2. Sanni, L., B. Alenkhe, R. Edosio, M. Patino and A. Dixon. Technology transfer in developing countries: Capitalizing on Equipment Development. Journal of Food, Agriculture & Environment 5 (2) (2007): 88-91.

3. Sanni, L, A. Dixon, C. Ezedinma, P. Ilona, R. Okechukwu, G. Tarawali. Cassava Enterprise Development Project (CEDP)-synergy between marketing, territorial opportunities, capacity building and sustainability. Presented during the CRS-WARO-CARO/CIAT Learning Alliance on Agro-Enterprise Development, 2nd Workshop, 12-18 Feb 2006, Banju, The Gambia

4. Sanni, L. O., Oyewole, O. B., Adebowale, A. A. and Adebayo, K. Current trends in the utilization of roots and tubers for sustainable development. Page 123-138 *in* Proceedings of the 2nd International Workshop on Food-Based approaches for a Healthy Nutrition in West Africa: the role of food technologists and nutritionists, Ouagadougou, Burkina Faso organised by University of Ouagadougou/Wageningen University/International Research for Development, 24-28 November 2003, 123-138. http://www.univ-ouaga.bf/fn2ouaga2003/abstracts/0406_FP_O1_Nigeria_Sanni.pdf

5. Sanni, L., B. Maziya-Dixon, A. O. Onabolu, B. E. Arowosafe, R. U. Okechukwu, A. G. O. Dixon, P. Ilona, C. Ezedinma, G. Ssemakula, J. Lemchi, M. Akoroda, F. Ogbe, G. Tarawali, E. Okoro and C. Geteloma (2006). Cassava recipes for household food security. IITA Integrated Cassava Project, Ibadan, Nigeria. ISBN 978-131-293-9, Ibadan, Nigeria. 45pgs.

6. Shittu, T. A., Raji, A. O.and Sanni, L. O.
Bread from composite cassava-wheat flour: I. Effect of baking time and temperature on some physical properties of bread loaf. Food Research International 40 (2007) 40: 280-290.

7. Shittu, T. A., Sanni, L.O., Awonorin, S. O., Maziya-Dixon, B. and Dixon, A. Effect of genotype on the flour making properties of some CMD resistant varieties of cassava. Food Chemistry 101 (2007): 1634–1643.

8. Sanni, L. O., M. A. Adelaja, R. U. Okechukwu, C. Ezedinma, M. Patino, M. O. Akoroda, B. Maziya-Dixon, J. Lemchi, P. Ilona, E. Okoro, G. Tarawali, T. Awodeyi, B. Bamkefa, N., Nnaji, F. Ogbe, A. G. O. Dixon, O. E., Obi and A. Ozigi. 2006. Cataloque of posharvest equipment for cassava processing. IITA, Ibadan, Nigeria. ISBN 978 131 271 8, 132pgs.

9. Sanni, L., B. Maziya-Dixon, J. Akanya, C. I. Okoro, Y. Alaya, C. V. Egwuonwu, R. Okechukwu, C. Ezedinma, M. Akoroda, J. Lemchi, E Okoro, and A. Dixon (2005) Standards for Cassava Products and Guidelines for Export. IITA, Ibadan, Nigeria. ISBN 978 131 2483, 93 pgs.

Transformation du manioc en Afrique de l'Ouest : La recherche, le développement et le marché

Lateef SANNI[1,2], Alfred DIXON[2], Gabbsey TARAWALI[2], Andrew WESTBY[3]

[1]Food Science and Technology Department, University of Agriculture, Abeokuta, Nigeria
[2]International Institute of Tropical Agriculture, P.M.B 5320, Ibadan, Nigeria
[3]Natural Resources Institute, Chatham Maritime, Kent, UK
Email: lsanni@cgiar.org

Le manioc joue des rôles importants. Cultivé comme réserve alimentaire en cas de disette, le manioc est à la fois un aliment de base pour la population rurale et une culture de rente destinée aux consommateurs urbains. Il constitue une source de matières premières industrielles et de devises. Malheureusement, ces dernières décennies, l'accent a été trop mis sur les volets de la production de la filière manioc en Afrique. Naguère, la transformation traditionnelle offrait une faible valeur et des produits de mauvaise qualité. En outre, elle utilisait de mauvaises méthodes de conservation avec peu d'effort d'investissement en faveur de consommateurs restreints. Aujourd'hui, un changement a été amorcé vers des produits et systèmes à plus forte valeur ajoutée grâce à diverses activités menées par des instituts de recherche internationaux. En Afrique, surtout au Nigéria, au Ghana, en Tanzanie, et en Afrique du Sud, on compte quelques micro-unités artisanales et quelques petites et moyennes entreprises de transformation traditionnelle des produits du manioc avec quelques grandes usines d'amidon de manioc. Le travail a fait ressortir les diverses contraintes auxquelles les transformateurs de manioc sont confrontés aujourd'hui en Afrique. Les deux problèmes majeurs rencontrés dans l'industrie de transformation du manioc demeurent encore les procédés d'épluchage et de séchage. L'avenir de la transformation du manioc repose sur des applications efficaces de ces initiatives et la création de "vitrines" commerciales en faveur des transformateurs de manioc grâce à la constitution de réseaux, au partenariat, au plaidoyer, au renforcement des capacités, et à de meilleurs maillages commerciaux des produits de manioc avec des produits à forte valeur ajoutée.

Mots clés : Transformation, Manioc, Produits, Afrique, Organisations

1. INTRODUCTION

Le manioc est une denrée périssable qui présente une durée de conservation de moins de trois jours après la récolte. La transformation fournit le moyen de produire des produits stables à température ambiante (réduisant de ce fait les pertes), apportant de la valeur ajoutée au niveau rural local et réduisant le volume à commercialiser [1]. Telle que la région connaît un accroissement rapide de ses populations urbaines, de même la demande de produits alimentaires plus commodes et plus stables à température ambiante sera-t-elle en augmentation. Certains aliments dérivés du manioc, tels que le *gari,* le *tapioca* et l'*attiéké*, sont très prisés par ces populations urbaines, et ceux-ci ont réussi à retenir leurs marchés. Bien que les produits alimentaires importés, tels que les aliments à base de blé, sont des aliments urbains importants, il y a toujours une forte demande d'aliments traditionnels, mais ils sont souvent considérés comme moins acceptables parce que les consommateurs se préoccupent de la qualité et de la sécurité [2]. Par conséquent, le présent article fait état des efforts que déploient actuellement les scientifiques en vue d'améliorer le projet manioc en Afrique de l'Ouest et du Centre.

2. RECHERCHE

Les activités de recherche menées dans le passé, dont certaines se poursuivent actuellement, ont porté sur la mise au point de machines et de nouvelles techniques de transformation en vue de fabriquer à partir du manioc des produits alimentaires et des matières premières de qualité supérieure qui ne présentent aucun danger, en testant et en adaptant l'utilisation des technologies et les nouveaux produits dérivés du manioc en Afrique avec des informations efficaces relatives aux bonnes méthodes de fabrication et aux bonnes pratiques agricoles et sanitaires [3-7]. La preuve de certaines de ces activités a été faite à l'Université d'Agriculture d'Abeokuta sur un financement du DFID (Projet de commercialisation du foufou au Sud-ouest du Nigéria

entre 1999 et 2002 où les expériences acquises sur le terrain en collaborant étroitement avec de pauvres transformateurs de manioc et les réussites ont amené des financements de l'Union Européenne en vue d'étudier le développement du secteur des petites et moyennes entreprises qui produisent des produits à base de manioc afin de satisfaire la demande urbaine croissante en Afrique de l'Ouest entre 2002 et 2005. Des partenaires venus du Royaume Uni, d'Autriche, du Ghana et du Nigéria y ont pris part. L'Université a participé également à un autre travail multidisciplinaire avec l'appui du DFID “Making Markets Work for the Poor” en 2004/2005.

En collaboration avec des organismes pertinents et des manufacturiers privés, l'IITA a mis au point certains des meilleurs éplucheurs, râpeuses, presses hydrauliques, séchoirs de type casier, séchoirs à tambour rotatif, séchoirs-éclairs, séchoirs à panneaux solaires, râpeuses mobiles et fraiseuses qui soient. Certains de ces équipements ont été installés dans de micro-centres et de petites et moyennes entreprises de transformation du manioc, tout particulièrement au Nigéria au cours des trois dernières années [2, 3].

La plupart des variétés nouvellement mises au point avaient été caractérisées pour utilisation à des fins alimentaires, fourragères et industrielles ; on peut citer comme attributs de performances notamment la transformation en pâte, l'amylose, le pouvoir de gonflement, la taille des grains, la couleur, la viscosité, la densité nutritive. Les variétés à haut rendement qui résiste aux dix mosaïques du manioc ont été mises sur le marché en 2005/2006 par le Gouvernement nigérian [6, 7]. La collaboration de l'IITA avec le CSRS (Centre Suisse de Recherche Scientifique) et NESTLE Plc, en Côte d'Ivoire en vue de passer au crible plus de 300 variétés de manioc afin de déterminer si la farine de manioc aux caractéristiques spéciales convient à la fabrication des cubes Maggi outre les caractéristiques agronomiques a payé. Suite à une série d'expériences et d'analyses, six variétés ont été sélectionnées et actuellement Nestlé utilise 45 t/jour de racines de manioc fraîches issues de ces variétés obtenues à partir d'un programme d'aide aux petits planteurs visant à produire la farine spéciale pour fabriquer des cubes Maggi, qui est commercialisée partout en Afrique de l'Ouest. Il s'agit d'un exemple du besoin de créneau pour une filière dans laquelle les fermiers et Nestlé Plc tirent parti de cette intervention en Côte d'Ivoire.

Egalement, en collaboration avec la société d'amidon (SOPROKA) au Sénégal, des variétés de manioc d'élite adaptées à l'agro-écologie semi-aride ont été introduites et évaluées. Les clones sélectionnés ont été multipliés et distribués aux fermiers en vue d'améliorer la production et assurer l'approvisionnement à l'usine pour la production d'amidon. Grâce à la collaboration avec l'association nationale des boulangers (ABAC) en République Démocratique du Congo, L'utilisation de la farine de manioc de qualité supérieure comme composite dans le pain et la dans la pâtisserie stimule la demande dans la production du manioc, créant des emplois, et augmentant les revenus des ménages.

Plus de 1000 ménages bénéficient actuellement de la production de la farine de manioc de qualité supérieure dans les sous-régions d'Afrique de l'Ouest et du Centre, d'Afrique de l'Est et Australe respectivement. Un renforcement significatif des capacités a été réalisé avec plus de 20 étudiants qui ont obtenu leurs diplômes d'études supérieures durant la période d'évaluation, outre plusieurs affectations temporaires, ainsi qu'un mécanisme d'appui apporté aux programmes nationaux [3].

3. DEVELOPPEMENT

Naguère, les systèmes de transformation et les produits traditionnels présentaient une faible valeur et une mauvaise qualité et bénéficiaient de mauvaises méthodes de conservation, de consommateurs restreints et de faibles initiatives d'investissement. La technologie de production restreinte de farine de manioc élaborée par l'IITA au début des années 1990 a été testée avec des femmes et des groupes de fermiers partout dans le pays. Les technologies visant à utiliser la farine de manioc pour faire du pain et d'autres casse-croûtes ont été également mises au point [4, 5] et testées dans des situations commerciales réelles (boulangers, fabricants de biscuits) au milieu des années 1990.

Les initiatives pilotes entreprises par l'Institut des ressources naturelles et ses partenaires au Ghana ont fait la preuve de la faisabilité technique et commerciale de la production des produits dérivés du nouveau manioc amélioré tels que le foufou instantané, l'agbélima instantané et le kokonte amélioré ainsi que l'utilisation de la farine de manioc comme succédané dans la boulangerie et la pâtisserie, la fabrication de contreplaqués et du carton et pour produire du sucre industriel.

Aujourd'hui, le projet de manioc intégré de l'IITA a introduit des systèmes de transformation en trois volets. Ils comprennent l'entreprise de transformation mobile (ETM), le micro-centre de transformation (MCT) et le petit et moyen centre de transformation (SME) dans des Etats pilotes au Nigeria. Les principales réussites sont :

- des revenus de plus de 21 millions de dollars générés par des ventes brutes des produits dérivés du manioc
- la création de 463 entreprises de transformation et plus de 1 000 nouveaux emplois créés
- la formation de plus de 5.000 personnes aux techniques post-culturales du manioc.

Adaptation de diverses options en vue de développer le manioc en Afrique de l'Ouest et du Centre. Preuves faites qu'une situation où les bénéficiaires obtiendront 100% d'intrants des bâilleurs de fonds, des organismes de mise en œuvre ou de l'Etat constitue des interventions non durables. En outre, le financement mis à la disposition des bénéficiaires en vue de se procurer n'importe lequel des équipements de transformation nécessaires a été utilisé à d'autres fins. Dernièrement, le fait d'autoriser des apports de capitaux de la part de toutes les parties prenantes pertinentes (surtout de la part de chaque bénéficiaire dans le développement de la filière manioc s'est avéré être un grand succès, contrôlable et avec un haut niveau de compétences organisationnelles. La plupart des institutions financières du Nigéria ont commencé à faire des apports de capitaux en vue de soutenir la fourniture de produits de qualité dérivés du manioc.

En dépit de l'utilisation des technologies, certains obstacles poussent encore progressivement les fermiers/transformateurs ruraux hors du marché, les empêchant de profiter pleinement des opportunités de revenus. Au nombre de ces obstacles, il faut citer le mauvais réseau routier qui entrave la circulation des racines fraîches vers les centres de transformation et des produits vers les marchés, le manque d'installations efficaces d'épluchage et de séchage, les compétences de gestion, les capacités limitées des manufacturiers locaux, le manque de capitaux des groupes vulnérables, etc. D'autres contraintes portent sur le coût élevé des racines de manioc et de l'équipement de transformation, l'absence d'organisations efficaces des producteurs et des transformateurs, un nombre insuffisant de secteurs agroalimentaires adéquats au niveau intermédiaire, la nécessité pour les bénéficiaires de reconnaître les entreprises comme étant axées sur les affaires, des jeunes agités et les problèmes politiques ainsi que le coût énergétique élevé [3,4].

4. MARCHE

Des efforts sont également faits à l'heure actuelle pour améliorer les techniques traditionnelles de transformation du manioc, accroître les débouchés pour le manioc, susciter l'intérêt du secteur privé pour des investissements dans le sous-secteur du manioc et promouvoir des politiques qui encouragent le développement du manioc. Les utilisations de la farine de manioc de qualité supérieure portent sur des applications plus vastes au Ghana et en Cote d'Ivoire. C'est déjà une réussite au Nigéria (pour le pain) avec les initiatives stratégiques de l'Etat de 10%. Plus important encore, l'introduction de la politique de 10 pour cent d'inclusion de farine manioc dans le pain et dans d'autres pâtisseries a fait du manioc une "mine d'or" qui emploie en ce moment des millions de Nigérians et fournit des revenus à un grand nombre de fermiers et de transformateurs. La conséquence directe de l'introduction de la politique de 10 pour cent d'inclusion de farine de manioc dans le pain représente une demande marginale annuelle de 300.000 T de farine de manioc de qualité supérieure exprimée par les sociétés céréalières du Nigéria. Cette mesure crée un débouché pour environ 1,5 million de tonnes de racines de manioc. Des documents du domaine public disponibles indiquent que les transformateurs ne pourraient

satisfaire que 2 à 5 pour cent de la demande de farine de manioc surtout à cause de la contrainte liée à des installations inadéquates.

Certaines sociétés de la région utilisent le manioc pour fabriquer des colles de contreplaqué, des adhésifs de manioc et du sirop de glucose [3]. Ekha Agro--une nouvelle société au bord de la route Lagos--Ibadan a été chargée en mars 2007 de produire 26 % de la demande annuelle nationale de sirop de glucose à base de manioc.

L'IITA renforce la création et la consolidation de l'Association des cultivateurs de manioc, l'Association des transformateurs de manioc et l'Association des manufacturiers d'équipements de manioc en vue de servir de plate-forme de marketing pour susciter l'intérêt du secteur privé et de moteur pour soutenir la filière manioc. L'IITA améliore les capacités des fermiers, des transformateurs, des manufacturiers locaux, des traiteurs et des boulangers au niveau des villages. Le projet a élaboré des systèmes d'information du marché avec des sites Web et passe les prix du marché, recueillis à la ferme et à la sortie de l'usine, pour 20 principaux produits de base par semaine, à la TV, dans les journaux, sur Internet, via les stations de radiodiffusion et par SMS, couvrant 70 marchés (30 urbains, 40 ruraux), avec des nouvelles plus internationales (www.cassavabiz.org) ainsi que la publication de trois importants livres sur le manioc [5,8,9] afin d'orienter les investisseurs, les fermiers et les transformateurs pour qu'ils aient accès à des informations pertinentes en vue de soutenir la filière manioc.

La technologie du foufou instantané élaborée par DFID/EU et mise en œuvre par NRI/FRI Ghana dans cinq moyennes entreprises qui le produisent suscite beaucoup d'intérêt ; les chefs de file de ces entreprises sont Neat Foods Ltd., Praise Ltd. et Elsa Ltd. Les volumes produits sont bas et représentent à peu près 1 % du marché potentiel, surtout parce que les producteurs ciblaient essentiellement les marchés américains et européens afin d'atteindre les émigrés ghanéens, ne tenant jusqu'à une date récente en grande partie aucun compte du marché intérieur potentiellement beaucoup plus grand.

5. L'AVENIR

Il existe des opportunités substantielles pour cultiver des variétés parfaitement adaptées à des industries de transformation spécifiques. Les technologies et machines, en particulier de séchage, d'épluchage, etc, ne sont toujours pas bien connues dans de nombreux pays africains.

Un système efficace de transformation du manioc en Afrique de l'Ouest et du Centre demande une coalition de partenariats privés-publics, avec le secteur privé investissant dans le développement du marché et fournissant les machines nécessaires. Actuellement, l'atelier du FIDA sur l'initiative régionale pour la transformation et la commercialisation du manioc, la déclaration d'Accra , mars 2006 a également soutenu les plans d'action précédents avec le secteur privé comme clé du succès. Le secteur public doit fournir l'environnement politique nécessaire, améliorer la technologie compétitive et surtout l'infrastructure matérielle. La diversification du marché demandera également le renforcement de la liaison actuellement faible qui existe entre les transformateurs industriels, les manufacturiers et les producteurs de produits dérivés du manioc en AOC.

REFERENCES

1. Phillips, T., D. Taylor, L. O. Sanni and M. O. Akoroda (2004) A Cassava Industrial revolution in Nigeria-The potential for a new crop. ITTA, Ibadan (Under review). 48pps.

2. Sanni, L., B. Alenkhe, R. Edosio, M. Patino and A. Dixon. Technology transfer in developing countries: Capitalizing on Equipment Development. Journal of Food, Agriculture & Environment 5 (2) (2007): 88-91.

3. Sanni, L, A. Dixon, C. Ezedinma, P. Ilona, R. Okechukwu, G. Tarawali. Cassava Enterprise Development Project (CEDP)-synergy between marketing, territorial opportunities, capacity building and sustainability. Presented during the CRS-WARO-CARO/CIAT Learning Alliance on Agro-Enterprise Development, 2nd Workshop, 12-18 Feb 2006, Banju, The Gambia

4. Sanni, L. O., Oyewole, O. B., Adebowale, A. A. and Adebayo, K. Current trends in the utilization of roots and tubers for sustainable development. Page 123-138 *in* Proceedings of the 2nd International Workshop on Food-Based approaches for a Healthy Nutrition in West Africa: the role of food technologists and nutritionists, Ouagadougou, Burkina Faso organised by University of Ouagadougou/Wageningen University/International Research for Development, 24-28 November 2003, 123-138.
http://www.univ-ouaga.bf/fn2ouaga2003/abstracts/0406_FP_O1_Nigeria_Sanni.pdf

5. Sanni, L., B. Maziya-Dixon, A. O. Onabolu, B. E. Arowosafe, R. U. Okechukwu, A. G. O. Dixon, P. Ilona, C. Ezedinma, G. Ssemakula, J. Lemchi, M. Akoroda, F. Ogbe, G. Tarawali, E. Okoro and C. Geteloma (2006). Cassava recipes for household food security. IITA Integrated Cassava Project, Ibadan, Nigeria. ISBN 978-131-293-9, Ibadan, Nigeria. 45pgs.

6. Shittu, T. A., Raji, A. O.and Sanni, L. O. Bread from composite cassava-wheat flour: I. Effect of baking time and temperature on some physical properties of bread loaf. Food Research International 40 (2007) 40: 280-290.

7. Shittu, T. A., Sanni, L.O., Awonorin, S. O., Maziya-Dixon, B. and Dixon, A. Effect of genotype on the flour making properties of some CMD resistant varieties of cassava. Food Chemistry 101 (2007): 1634–1643.

8. Sanni, L. O., M. A. Adelaja, R. U. Okechukwu, C. Ezedinma, M. Patino, M. O. Akoroda, B. Maziya-Dixon, J. Lemchi, P. Ilona, E. Okoro, G. Tarawali, T. Awodeyi, B. Bamkefa, N., Nnaji, F. Ogbe, A. G. O. Dixon, O. E., Obi and A. Ozigi. 2006. Cataloque of posharvest equipment for cassava processing. IITA, Ibadan, Nigeria. ISBN 978 131 271 8, 132pgs.

9. Sanni, L., B. Maziya-Dixon, J. Akanya, C. I. Okoro, Y. Alaya, C. V. Egwuonwu, R. Okechukwu, C. Ezedinma, M. Akoroda, J. Lemchi, E Okoro, and A. Dixon (2005) Standards for Cassava Products and Guidelines for Export. IITA, Ibadan, Nigeria. ISBN 978 131 2483, 93 pgs.

Situation du marché et de la production du manioc au Burkina Faso

Market status and cassava production in Burkina Faso

Katy ABRAHAM[1], Rémy A. DABIRE[2], Sylvain N. OUEDRAOGO[2]

[1]Programme Développement de l'Agriculture (PDA), 01 BP 1303 Ouagadougou 01, Burkina Faso

[2]Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), BP 910, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

Les projets nationaux et internationaux sont confrontés au défi d'élaborer une stratégie d'identification et de stimulation de marchés pour les filières porteuses telles que le manioc. A cet effet, la méthodologie de « l'étude accélérée de marché » (EAM) réalisée au Burkina Faso sur le manioc représente un élément innovateur contribuant aux deux objectifs : 1. L'identification des besoins du marché des produits à base de manioc et les attentes des acteurs de la filière; 2. Le renforcement de la maîtrise de la filière, ainsi que celle des mécanismes du marché par ces acteurs. Une étude de marché se fait normalement par des experts, mais une EAM se réalise par les acteurs de la filière eux-mêmes et initie le processus de professionnalisation des acteurs ayant souvent un « esprit production » se transformant en entrepreneurs ayant un « esprit marché ». Par ses principes, elle responsabilise les participants comme étant maître d'œuvre de la commercialisation et du marketing de leur produit. La compréhension de la pertinence du principe « client d'abord » peut aider également les projets à mieux cibler leurs stratégies d'appui à la filière aux besoins du marché. Pour permettre aux producteurs de manioc de mieux répondre aux exigences de la demande, l'INERA en collaboration avec l'IITA (Institut international d'agriculture tropicale, Nigeria) ont conjugué leurs efforts ces dernières années pour l'introduction, l'adaptation et la diffusion de nouvelles variétés améliorées qui tolèrent les attaques parasitaires, donnent de hauts rendements et sont aptes à la transformation.

Mots clés: manioc, EAM, commercialisation, transformation, production, variétés

1 INTRODUCTION

La stratégie de promotion de manioc au Burkina Faso élaborée par les acteurs clés de la filière en collaboration avec le Programme développement de l'agriculture (PDA) de la coopération germano-burkinabé vise une meilleure organisation de la filière à travers une prise de contact et de confiance des acteurs de différents maillons de la filière et une augmentation de la compétitivité de la filière à travers la professionnalisation des acteurs (le renforcement de leurs capacités entrepreneuriales ; l'amélioration de la productivité et la qualité de leurs produits par l'application des innovations techniques) et l'augmentation de leurs revenus. A cet effet l'EAM [1] constitue une porte d'entrée pour ce processus.

2 METHODOLOGIE

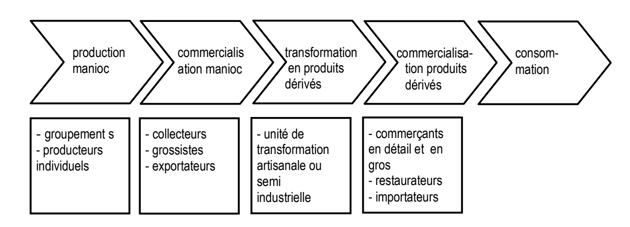
2.1 Principes et outils de l'EAM

L'EAM se base sur toute la chaîne de valeur ajoutée et permet de connaître les acteurs des différents maillons et d'identifier les contraintes et opportunités du marché. Elle a pour principe « le client d'abord » et considère l'acteur comme étant un « expert ». L'interview semi structuré est le principal outil qui suit les « quatre P » du marketing: Produit, Prix, Place, Promotion. Différents outils permettent de visualiser les résultats des interviews : la route marchande démontre les sites de production, les différentes types de marchés et leur capacité d'absorption. La carte filière retrace le réseau de distribution en indiquant pour chaque maillon de la chaîne, la valeur ajoutée générée et les coûts de production ainsi que la marge bénéficiaire visualisée.

2.2 "Les 4 P du marketing"

P 1: Produit

Au Burkina Faso les variétés locales comportent des noms divers selon les régions considérées telles que Bankié, Yassé, Bounouma [2]. Elles donnent de faibles rendements 7à 8 t/ha, sont sensibles aux attaques parasitaires et non adaptées à la transformation. Pour lever ces contraintes, plus de 300 variétés améliorées de manioc ont été introduite au Burkina Faso à partir de l'IITA. La méthodologie suivante a été utilisée : (1) évaluation clonale, (2) rendement préliminaire, (3) rendement avancé, rendement uniformes (4) et (5) tests multilocaux. Les rendements moyens de ces variétés améliorées varient de 20 à plus de 100 t/ha, elles sont résistantes ou tolèrent les attaques parasitaires et sont aptes à la transformation. Le manioc est transformé en produits dérivés divers dont l'attiéké est le plus important. Les unités de transformation manuelle ont une capacité de transformation de 20 sacs[9] par semaine et celles semi-industrielle transforment 60 sacs par semaine dans la période d'abondance du manioc (de juin à novembre). Trois qualités du produit fini, attiéké, sont distinguées : « gros grain », « petit grain » et « aboudjama ». En période de pénurie de manioc, le produit est substitué par l'attiéké importé de la Côte d'Ivoire ou celui fabriqué à base de gari. Les différents circuits de distribution du manioc brute aux produits finis sont visualisés par la carte filière suivante :



(Figure 1 : Carte de filière : acteurs et fonctions)

P 2: Prix:

Les prix varient selon la saison agricole entre 1.500 et 2.000 Fcfa/UML sur les marchés régionaux et 3.000 à 5.000 Fcfa/UML dans les centres urbains. L'analyse de la rentabilité des activités commerciales au niveau de chaque maillon de la chaîne divulgue la formation des prix. Les valeurs ajoutées générées au niveau de la production sont de 17% pour la commercialisation en gros, 32% pour la commercialisation en détail et 17% pour la production. Cela donne une transparence dans la distribution des gains le long de la chaîne :

produit	maillon	UML	prix unitaire [Fcfa]	Valeur ajoutée [%]
attiéké	consommation	prix de revient / 60	12.000	
	distribution	marge bénéf. / 60 unités	3.000	24
		prix de vente / 60 unités	12.000	
		prix de revient / 60 unités	9.000	
	transformation	marge bénéf./ 1 sac	6.350	51
		Prix de vente / 1 sac	12.000	
		prix de revient / 1	5.650	
manioc	commercialisation	marge bénéf./ 1 sac	1.000	8
		prix de vente / 1 sac	4.000	
		prix de revient / 1	3.000	
	production	marge bénéf./ 1 sac	2.125	17
		prix de vente / 1	2.500	
		prix de revient /	375	

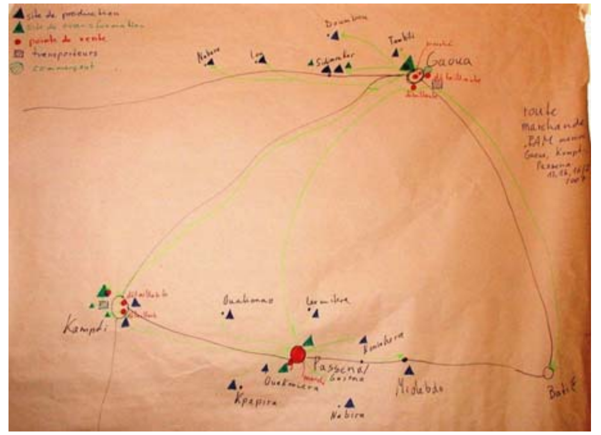
(Tableau 1 : Les valeurs ajoutées)

P 3 : Place :

Le manioc est vendu par les producteurs sur les marchés locaux ou bord champ aux grossistes et/ou directement aux transformatrices. Les grossistes approvisionnent les unités de transformation dans les grands centres. Au niveau régional, les transformatrices achètent directement auprès des

[9] L'unité de mesure locale (UML) est un sac de riz de 100kg dans lequel est mis le manioc.

producteurs. Dans la période de pénurie, les transformatrices suspendent leur activité ou se rabattent sur l'attiéké et le gari importé, afin d'approvisionner leurs clientèles (détaillantes fidélisées ou consommateurs). La carte marchande visualise ces relations commerciales :



(Figure 2 : La carte marchande, EAM au Sud-Ouest du Burkina)

P 4: Promotion

Tous les acteurs pratiquent la promotion de leur produit en utilisant le canal d'information "bouche à oreille ». L'étalage des tubercules du manioc et de l'attiéké au stand du détaillant en bordure de route est pratiqué comme forme de présentation aux clients. La distribution de l'information des clients sur les produits offerts se fait également par téléphone ou par sms.

Potentiel

Au niveau de la production, le manioc représente une source de revenu important qui remplace dans certaines régions le coton comme "cash crop". Il constitue également un support alimentaire en période de soudure. Les unités de transformation se modernisent en terme de capacité de production pour répondre à la demande sans cesse croissante, surtout dans les centres urbains mais aussi au niveau rural. Cela reflète de nouvelles habitudes alimentaires suscitées par les flux migratoires de populations entre le Burkina Faso et les pays côtiers. Les réseaux de distribution du produit brut comme ceux du produit fini à travers des clients fidélisés montre un premier niveau organisationnel de la filière.

Contraintes

Par contre, un manque de communication et de concertation entre les acteurs de la chaîne au niveau national, surtout entre production et transformation, donne lieu aux problèmes d'approvisionnement en matière première liés à l'insuffisance du manioc disponible en saison sèche. Une méconnaissance des variétés de manioc adaptées à chaque produit de transformation constitue une deuxième contrainte au développement de ce sous-secteur. Au niveau de la consommation, la faible disponibilité temporelle et locale de l'attiéké démontre une demande non satisfaite.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

L'EAM met en évidence la composition de la chaîne de valeur « attiéké » et la segmentation du marché avec deux principales catégories d'acheteur de manioc : les unités de transformation et les commerçants. Des critères de qualité clairs caractérisent le produit fini, attiéké: le goût, la couleur, la forme des grains, la fraîcheur et l'hygiène. Les consommateurs deviennent de plus en plus exigeants en matière de qualité. Le gap entre l'offre et demande est continuellement croissant. Les fluctuations saisonnières énormes en quantité de manioc disponible sur les marchés mènent à une substitution de manioc dans la transformation par le gari ou par l'attiéké importé de la Côte d'Ivoire ou à une rupture de l'activité.

A ce sujet, deux stratégies ont été évoquées par les acteurs de la chaîne : Premièrement, le renforcement de la communication et des relations commerciales entre les acteurs visant à une meilleure information sur l'offre, surtout des producteurs, conditionnée par une bonne et précise information sur la quantité, la qualité et la disponibilité du manioc, et deuxièmement, l'augmentation du rendement passant par le respect de l'itinéraire technique de la production de manioc ainsi que la vulgarisation des variétés améliorées dans les zones de production du pays. Six (06) variétés améliorées de manioc ont été retenues au Burkina Faso après l'étude pour être vulgarisées [3]. Il s'agit de : 92/0067, 91b/00061, 92/0427, 94/0270, 91/02312 et 4(2)1425.

Régions	Production moyenne (t)	Superficie moyenne (ha)
Cascades	660	93
Centre	-	-
Centre-Est	1045	-
Centre-Nord	-	-
Centre-Ouest	3944	623
Centre-Sud	39	-
Est	15412	1336
Hauts-Bassins	8357	1257
Nord	-	69
Plateau central	-	-
Sahel	-	-
Sud-Ouest	-	188
Boucle du Mouhoun	-	
TOTAL	29457	3566

(Tableau 2 : Production et superficie emblavée par le manioc au Burkina Faso)

4 CONCLUSIONS

La prise en considération de la pertinence du principe « client d'abord » aide à mieux cibler l'offre non seulement des acteurs directs de la filière mais également des prestataires de service tels que l'INERA et les services déconcentrés du Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques du Burkina Faso, ainsi que des projets et programmes. Aujourd'hui le Burkina Faso dispose de nouvelles variétés améliorées de manioc, toutefois le problème de la vulgarisation et de la maîtrise de l'itinéraire technique de production, de protection et de transformation restent toujours posés. La méthodologie de l'EAM contient des outils appropriés pour faciliter le processus de professionnalisation des acteurs d'une filière. La compréhension de ces outils est une condition sine qua non avant que les acteurs puissent se considérer comme entrepreneur faisant partie d'un maillon d'une chaîne de valeur. Cela représente une initiation aux concepts économiques de base et permet une application pratique et directe de la logique du marché. Dans le contexte d'une agriculture de subsistance et d'un secteur privé informel comme celui du Burkina Faso, le changement de mentalité de « l'esprit de production » à « l'esprit de marché » nécessite un long processus d'apprentissage – également pour les projets de développement et leurs partenaires.

REFERENCES

[1] ABRAHAM, K.: Rapport de formation et d'étude accélérée de marché. Programme Développement de l'Agriculture (2007). 24 p.
[2] OUEDRAOGO, N. S. Situation de référence de la filière manioc au Burkina Faso. Rapport de synthèse (2005). 16 p.
[3] DABIRE A. R. : Rapport d'activité de recherche. Programme CMFPT (2002). 20 p.

La Transformation du manioc au Congo : état des lieux et perspectives

Cassava processing in Congo : present status and perspectives

Davidson KOUTIBA MPOMPA

A.CO.DE.CO, Av. de l'OUA, Miyoulou, C 22A BP: 731, Brazzaville

Les produits transformés à base de manioc assurent en moyenne la couverture de près de 60% des besoins énergétiques des populations au Congo. Dans certains départements, ces produits couvrent plus de 80% des apports énergétiques.
Les racines de manioc transformées sont principalement consommées sous formes de chikwangue (pain de manioc), de foufou (farine de manioc) et de saka-saka (feuille de manioc). Rien qu'à Brazzaville, on peut estimer que 95% de la population consomment la chikwangue et le foufou.
La transformation du manioc suscite une activité commerciale intense. Le commerce porte sur les produits finis et semi-finis (chikwangue, cossette, pâte rouie, feuille de manioc) et les produits qui servent de matière première (pâte rouie, feuille d'emballage et bois de chauffe). C'est un commerce très libéral qui fait appel à de nombreux intermédiaires : grossistes, transporteurs, revendeurs. Il apparaît trois formes d'entrepreneuriat dans la transformation de manioc au Congo : un entrepreneuriat artisanal largement dominant, un entrepreneuriat industriel d'Etat et un entrepreneuriat semi-industriel privé. En plus, la transformation du manioc a fait l'objet de plusieurs innovations parmi lesquelles: les innovations produit, les innovations de procédé et les innovations organisationnelles.

La transformation du manioc ouvre des perspectives intéressantes, des signaux le confirment. A côté des marchés urbains traditionnels, de nouveaux marchés émergent. Il y a un marché de chikwangue et de feuilles de manioc surgelée qui se développe aux USA et en Europe, en particulier le marché de "château rouge" dans le 18ème arrondissement de Paris, de "Matongué" de Bruxelle et celui de Brixton à Londre. Ces marchés concernent surtout les populations immigrées.

Mots clés : Manioc, entrepreneuriat agroalimentaire, petite entreprise, développement, transformation, innovation, marché

I. INTRODUCTION

Au Congo–Brazzaville, le manioc est considéré comme un aliment de base, sa transformation est capitale pour l'économie congolaise. Les produits transformés à base de manioc assurent en moyenne la couverture de près 50 à 70% des besoins énergétiques de la population[10].

Les villes congolaises sont approvisionnées en produits transformés à base de manioc par des petites entreprises. Le manioc partant de ses feuilles aux tubercules présente de multiples atouts : économique, social et culturel. Dans certaines localités du pays et particulièrement dans le département du Pool le manioc est exigé dans les cérémonies culturelles et traditionnelles (mariage, retrait de deuil, etc).

[10] : enquête, OROSTOM – Brazzaville, 1991

II. OBJECTIFS ET METHODOLOGIE

L'objectif de l'étude est d'analyser l'entrepreneuriat lié à la transformation du manioc au Congo. Il s'agit d'examiner les différentes formes de transformation, de commercialisation et de consommation ainsi que les perspectives de développement.
Pour mieux appréhender cet entrepreneuriat, une série d'entretiens a été réalisée à Brazzaville ainsi que dans les départements du Pool et de la Bouenza. D'autres sources d'informations ont également été exploitées, notamment bibliographique.

III. LES PRODUITS A BASE DE MANIOC

Le manioc est principalement consommé sous forme de chikwangue (pain de manioc), de foufou (farine de manioc), de légumes (feuille de manioc). Pour nourrir

les urbains, des quantités importantes de ces produits sont nécessaires : rien qu'à Brazzaville, on peut estimer que 95% de la population consomment la chikwangue et le foufou. Le « mougouelé » et le « fabriqué » sont les deux types de chikwangue consommé à Brazzaville.

Le « fabriqué » est une chikwangue de faible taille (environ 600 grs) adaptée à une consommation individuelle et dont la fabrication a démarré il y a quelques années dans les ateliers de transformation du manioc des quartiers sud et du centre de Brazzaville.

Il en est de même du « mougouelé », adapté à une consommation individuelle mais produit uniquement dans les quartiers nord et centre de Brazzaville.

La consommation du foufou (farine obtenue par broyage des racines de manioc séchées) complète celle de la chikwangue dans la ration alimentaire.
Le développement de ce produit a suscité l'émergence des zones de production de pâte rouie.

La pâte rouie (bikerie) est un produit intermédiaire e sert de matières premières dans la transformation du manioc.

IV. L'ENTREPRENEURIAT LIE A LA TRANSFORMATION DU MANIOC

Les petites entreprises de transformation ont fait l'objet d'une enquête au Congo particulièrement à Brazzaville et dans les régions environnantes. Trois (3) types de petites entreprises ont été identifiés :

- Les petites entreprises urbaines
- Les petites entreprises rurales
- Les petites entreprises de liaisons

Les petites entreprises urbaines

Il s'agit des producteurs urbains de chikwangue et des prestataires des services liés à la transformation des cossettes de manioc en farine.

Les petites entreprises rurales

En milieu rural, nous avons trois types d'activités faisant l'objet d'une organisation en petite entreprise. Il s'agit :

- De la production de chikwangue rurale
- De la production des cossettes de manioc
- De la production des pâtes de rouie.

La transformation du manioc constitue pour la plupart des régions l'activité centrale des systèmes de production agricole. C'est le cas des départements du Pool et de la Bouenza où 90% des champs cultivés sont concernés par la culture du manioc et près de 80% de la population active vit de la transformation du manioc[11].

Les petites entreprises de liaison (transporteurs)

Le transport joue le rôle d'intermédiaire entre les zones de production rurale et les zones de production urbaine. On sait que 98% des unités de transformation de manioc enquêtées à Brazzaville utilisent des produits intermédiaires en provenance des zones rurales (manioc rouie, cossette, bois de chauffe et feuilles d'emballage). Le transport apparaît comme le noeud stratégique des activités liées à la transformation du manioc. Ainsi la tarification des services de transport a des répercussions directes sur les prix des produits dérivés du manioc.
Dans le transport, les petites entreprises se répartissent selon les réseaux des transports existants : routier, ferroviaire et fluvial.

V. LES INNOVATIONS

Les innovations effectuées par Agri-Congo dans la transformation du manioc en chikwangue peuvent servir comme exemple d'nnovationi. Il s'agit d'une ligne semi-continue, d'une capacité d'environ 100 chikwangues à l'heure qui apporte une innovation très intéressante en regroupant dans la même machine les opérations de laminage, 1ère cuisson, malaxage, moulage et conditionnement.

La pâte défibrée est laminée entre deux rouleaux et ensuite entraînée par une vis sans fin entourée d'un bain d'eau bouillante, ceci permettant de malaxer en même temps que se déroule la cuisson. La pâte cuite, moulée sous forme de battant de 600 grs et conditionnée dans une gaine en plastique, elle subira ensuite séparément une 1ère cuisson. La chikwangue est emballée sous un film plastique, à l'image d'un produit traditionnel nouveau, un produit de bonne qualité à la production, mais de mauvaise qualité chez les consommateurs. Il est sûr que beaucoup des

[11] : Trèche : AVOUAMPO et MASSAMBA, OROSTOM, Université de Brazzaville, Agri-Congo 1991

consommateurs sont restés attachés au conditionnement avec les feuilles traditionnelles. Ces dernières confèrent un léger goût supplémentaire au produit.

En outre, une société congolaise « challenge futura » spécialisée dans la fabrication de matériels agricoles, a récemment présenté « la boulangerie du manioc » qui permet de préparer mécaniquement la chikwangue, le pain de manioc. C'est une chaîne d'appareil qui comprend un éplucheur, un défribeur, un pétrisseur et un malaxeur. En bout de chaîne, la pâte du manioc est coupée en pain et emballée à la main dans des feuilles sauvages. Cette dernière phase est la seule à ne pas être mécanisée[12].

VI. PERSPECTIVES

Les innovations techniques et organisationnelles sont au centre des préoccupations des sociétés humaines. De ce fait, l'innovation technologique liée à la transformation du manioc nécessite une bonne appréhension des techniques, leur évolution et leur relation avec l'environnement.

Ainsi, l'Etat, les organismes de développement nationaux et internationaux doivent appuyer techniquement et financièrement le développement de cet entrepreneuriat dans l'objectif de susciter une adhérence des populations locales au système innové des transformations du manioc ; d'autant plus que les raisons du refus des innovations sont notamment :

- le coût élevé d'acquisition d'équipement ;
- le problème d'insertion dans le réseau commercial ;
- le problème d'emballage.

En outre, il est nécessaire de promouvoir l'accès à l'équipement lié à la transformation du manioc. Ceci pour la promotion des petites unités de production de chikwangue, de cossettes, de farine et d'autres dérivés du manioc.

DISCUSSION

Les innovations inhérentes à la nouvelle technologie, notamment au niveau d'emballage (en plastique) ne sont pas bien appréciées par les consommateurs de chikwangue. Ils sont restés plutôt attachés au conditionnement avec les feuilles traditionnelles qui confèrent un autre goût au chikwangue semble t-il selon ces consommateurs.

VII. CONCLUSION

La transformation du manioc est capitale pour l'économie congolaise. Toutefois, en dépit de toutes ces éventualités, ce secteur est marginalisé et marqué par le manque d'assistance technique et financière des pouvoirs publics et des organismes de développement. De ce fait, le développement de ces petites entreprises est hypothéqué. Nous interpellons les bonnes consciences à soutenir les acteurs du développement en leur apportant un appui technique et financier afin de promouvoir cet entrepreneuriat.

BIBLIOGRAPHIE

1- Enquête, 1989, ORSTOM - Brazzaville
2- Enquête, 1991, ORSTOM – Brazzaville
3- Enquête, 1993, ORSTOM – Brazzaville
4- J. Delannoy & J. F. Flotte, 1978, compte rendu de mission d'expertise du complexe agro- industriel ;
5- J. J. Magloire BAZABANA, 1995, Entreprenariat, organisation et fonctionnement en réseau, la transformation du manioc, Montpellier ;
6- J. J. Magloire BAZABANA, E.O & F. 1995, en réseaux, la transformation du manioc au Congo ; une approche organisationnelle de l'entreprenariat ;
7- Muchnick J., Trèche S., 1992, « changement technique & alimentation urbaine : identification & diagnostic des systèmes techniques de transformation du manioc en chikwangue à Brazzaville », in : « Alimentation, techniques & innovation dans les régions tropicales ; communication aux journées scientifiques sur l'innovation Agro alimentaire, CIRAD - SAR, Montpellier, 19 – 20 Novembre.
8- Naire L. ; 1994, contexte d'urbanisation et démographie rurale dans le Pool congolais : les villages centres de Mindouli, unité de recherche économie et filière, CIRAD – SAR – DGRST, Montpellier.

[12] : Revue, 2006, Spore, page 7

Perception des acquis scientifiques et technologiques de la transformation du manioc chez les productrices d'Attiéké de Bonoua et de Dabou

Conception of scientific and technological potential for cassava processing by Attiéké producers from Bonoua and Dabou

Djédou Martin AMALAMAN

Doctorant en sociologie, Stagiaire au Centre Ivoirien de Recherche Economique et Sociales (CIRES)

Les recherches scientifiques et technologiques dans la production et la transformation du manioc en Côte d'Ivoire ne cessent de s'accroître. Mais qu'en pensent les utilisateurs de ses trouvailles scientifiques et technologiques sur le terrain? Quelles difficultés rencontrent-t-ils au quotidien et quels sont leurs souhaits et suggestions? Notre article se propose de répondre à ces questions à partir des localités de Bonoua et de Dabou, deux zones influentes de production et de transformation du manioc en Côte d'Ivoire.

Mots clés: manioc, innovation, transfert d'innovation, milieu rural, culture.

INTRODUCTION

Dans le souci de pallier les problèmes de l'auto-suffisance alimentaire, plusieurs pays en développement dont la Côte d'Ivoire, ont fait du développement et de la transformation des cultures vivrières, leur cheval de bataille. Dans le cadre du manioc, plusieurs technologies de transformation du produit ont été mises au point. Il s'agit entre autres, des broyeuses, des râpeuses motorisées mobiles ou stationnaires, des presses à manioc à double vis …etc. Des centres de recherche, tels que le Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) et le Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS) ont à leur actif plusieurs innovations scientifiques sur le manioc.

Au plan technologique, Société Ivoirienne de Technologies Tropicales (I2T) par exemple, s'est spécialisée dans le domaine du machinisme agricole en Côte d'Ivoire. Conscient du fait qu'aucun développement de l'agriculture ne peut avoir lieu sans le développement du machinisme agricole, l'I2T a mis au point plusieurs machines, notamment dans la transformation du manioc. Ces machines visent certes à accroître les productivités des utilisateurs en agriculture et en transformation agroalimentaire. Mais sont-elles adaptées aux réalités socio-économiques et culturelles de ceux qui doivent l'utiliser sur le terrain? Que pensent les populations de ces innovations scientifiques et technologiques ?

Toute innovation étant porteuse de charges culturelles, quelles sont les exigences et les contraintes socio-économiques et culturelles de l'utilisation des technologiques de la transformation du manioc chez les productrices d'attiéké de Dabou et de Bonoua ?

La présente étude s'attèle à répondre à ces questions. Elle se subdivise en deux grandes parties. La première s'intéresse à la méthodologie et la seconde traite des avis des productrices d'attiéké de Dabou et de Bonoua sur les technologies de transformation du manioc qu'elles utilisent.

PREMIERE PARTIE : LA METHODOLOGIE

1 LE CHAMP DE L'ETUDE

1 1 Le champ géographique

Deux raisons justifient le choix de Dabou et de Bonoua. La première raison provient du fait que Bonoua et surtout Dabou sont reconnus en banlieue abidjanaise, comme étant des localités productrice de manioc et d'attiéké. Aussi, les populations de ces deux localités utilisent-t-elles les technologies de transformation du manioc.

La deuxième raison du choix de ces localités est due au faite que Dabou et Bonoua ne sont pas des stations d'expérimentation, mais des milieux réels d'utilisations de technologies de transformation du manioc.

1 2 Le champ sociologique

Notre travail s'inscrit dans le champ de la sociologie rurale, plus précisément dans le champ de la sociologie du transfert des innovations technologiques en milieu rural. Dans une approche qualitative, l'étude expose le problème général de l'adoption et de la diffusion des innovations en milieu rural.

Deux paradigmes sont donc ici nécessaires à l'analyse des faits. Il s'agit du paradigme culturel et du paradigme de l'approche centré sur l'innovation technique.

Le paradigme culturel

Nous notons avec le paradigme culturel que les sociétés rurales ne doivent pas être considérées comme des sociétés homogènes, mais comme des sociétés très diversifiées avec chacune, ses particularismes. Egalement, nous notons avec ce paradigme que toute innovation est chargée de culture ou a une charge culturelle très élevée et véhicule celle-ci partout où elle atterrit. Dans la problématique de l'innovation et de sa diffusion, il a toujours été question de culture et de valeur exogène. Cette vision des choses marginalise les innovations et les créations endogènes qui caractérisent toutes les sociétés dans leur dynamisme et dans leur quête du bien-être. Il est montré que les innovations exogènes agissent négativement ou positivement sur les modes de vie et les comportements des groupes sociaux et des individus. Par le biais des innovations, le cadre englobant ou globalisant, tue les spécificités. Mais dans tous les cas, il engage les sociétés dans une sorte de dynamisme soit positif, soit négatif. Même si l'innovation a un impact positif, la société qui reçoit cette innovation perd toujours quelque chose. L'innovation exogène est un moyen d'uniformisation des comportements, des conduites et des modes de vie en milieu rural. Or, une société ne peut se transformer totalement. Elle comporte toujours en son sein, des individus et des éléments culturels qui résistent au changement. Dans une société, il y a des fonctions qui disparaissent, entraînant le renouvellement des institutions qui symbolisent ces fonctions. Par contre, il y a des fonctions qui se maintiennent, permettant par conséquent la survie de certaines institutions. Ainsi, à l'intérieur d'une même société, il y a toujours maintien de certaines valeurs pratiques et habitudes anciennes ou traditionnelles, à côté de ce qui est considéré comme moderne.

Le paradigme de l'approche centrée sur l'innovation technique

L'approche centrée sur l'innovation technique considère sa fonction en terme de transfert technique du « centre » vers « l'extérieur », c'est-à-dire l'exploitation.

Elle est limitée dans son but, qui est l'augmentation de la production, et détient une vérité : la vérité scientifique, qui ne tient pas compte de la situation réelle des utilisateurs et des contraintes auxquelles ils ont à faire face.

Elle s'appuie sur des « recettes » mises au point à l'extérieur du contexte « système d'exploitation », et qui souvent ne peuvent être absorbées vu la situation socio-économique des populations, par manque d'essais en vraie grandeur, dans diverses zones et dans divers types d'exploitation.

Peu importe donc que les utilisateurs soient ou non convaincus du bien fondé de l'innovation. L'essentiel, c'est de l'utiliser ou de l'appliquer. Or, l'utilisation ou l'application d'une innovation en milieu réel est conditionnée. Il convient de s'assurer par exemple, dans quelle mesure:

- les savoirs, savoir-faire ou savoir-être acquis, peuvent être ou ont été transférés, c'est-à-dire mis en œuvre dans les situations réelles de travail ;
- les situations de formations peuvent être organisées de telle sorte qu'elles facilitent le transfert ;
- les simulations donnent des garanties suffisantes pour que les innovations scientifiques et technologiques puissent être transférées dans les situations réelles.

Afin de faciliter le transfert de la technologie, il convient de rechercher :

- l'image des situations réelles ou l'avis des utilisateurs ;
- la mise en œuvre d'une interaction entre les réalités théoriques et les réalités pratiques ;
- la formation et la sensibilisation des utilisateurs ;

Pour se donner les chances d'être acceptée, l'innovation doit répondre à certaines caractéristiques :

- elle doit paraître plus souhaitable que ce qu'elle remplace ;
- elle doit être compatible avec le système de valeur de la collectivité dans laquelle est introduite ;
- elle ne doit pas être complexe, trop difficile à comprendre et à utiliser ;
- elle doit être essayée et adoptée progressivement, c'est-à-dire, utilisée d'une façon limitée ;
- elle doit être aisée à diffuser et les résultats à communiquer facilement ;
- elle doit être rentable à court et moyen termes ;
- l'acquisition de l'innovation ne doit pas dépasser les possibilités financières et matérielles des utilisateurs.

En un mot, pour se donner les chances d'être adoptée, l'innovation doit associer les utilisateurs et les considérer comme des partenaires. C'est dans cette optique que s'inscrit notre travail sur les technologies de production et de transformation du manioc. Il vise un certain nombre d'objectifs qu'il convient d'énumérer à présent.

2 LES OBJECTIFS DE L'ETUDE.

2 1 L'objectif général.

L'objectif général de cette étude est de saisir l'avis des productrices d'attiéké sur les acquis scientifiques et technologiques de la transformation du manioc en Côte d'Ivoire.

2 2 Les objectifs spécifiques

De manière spécifique, l'étude vise à :

- analyser les principales difficultés de l'adoption et de l'utilisation des technologies de transformation du manioc chez les productrices d'attiéké ;
- saisir les charges culturelles des technologies de transformation du manioc sur les productrices d'attiéké ;
- analyser les principales raisons de l'adoption ou du rejet des technologies de transformation du manioc chez les productrices d'attiéké ;
- exposer les souhaits et suggestions des utilisateurs des technologies de transformations du manioc en Côte d'Ivoire.

Pour atteindre ces différents objectifs de l'étude, nous avons adopté la dialectique comme méthode d'analyse.

3 LA METHODE D'ANALYSE : LA DIALECTIQUE.

Dans une approche compréhensive des faits, la dialectique a permis de cerner la perception que se font les productrices d'attiéké de Dabou et de Bonoua, des différentes techniques de transformation du manioc. Elle a permis également de saisir les contradictions entre les réalités socio-économiques et culturelles des productrices d'attiéké, et les charges culturelles des différentes technologies de transformation du manioc.

A la méthode dialectique, nous avons associé les techniques de collecte de données suivantes : la documentation, le guide d'entretien et l'observation participante.

DEUXIEME PARTIE : LES RESUTATS DE L'ETUDE.

1 AVIS DES PRODUCTRICES D'ATTIEKE DE DABOU ET DE BONOUA SUR LES ACQUIS DE LA TRANSFORMATION DU MANIOC.

Les avis des différentes productrices d'attiéké enquêtées seront décrits et analysés à partir des différentes opérations de transformation du manioc en attiéké. Ces différentes opérations analysées ici, partent de l'épluchage à la cuisson. Elles ne prennent pas en compte l'étape de la récolte des racines tubéreuses.

1 1 L'épluchage et le lavage.

Ce sont deux activités liées. Les productrices épluchent le manioc, racine tubéreuse par racine tubéreuse et la découpent en plusieurs petits morceaux avant de les passer dans des cuvettes contenant de l'eau pour être lavés.

Notons d'après l'enquête que l'une des difficultés majeures des productrices d'attiéké se situe à ce niveau d'activité. Il n'existe pas pour l'instant, chez les productrices d'attiéké enquêtées, de machines permettant d'éplucher le manioc. Aussi, sont-elles

obligées, avec l'introduction de la broyeuse dans la production d'attiéké, de découper le manioc en plusieurs petits morceaux. L'activité traditionnelle de râpage du manioc a fait aujourd'hui place à une autre activité, celle du découpage du manioc en petits morceaux. L'effort d'activité n'est plus le même, mais les coûts liés à cette activité et le temps qu'il demande, n'ont pas en réalité trop varié.

1 2 Le broyage.

Une des innovations majeures introduites dans la transformation du manioc d'après l'enquête, est l'introduction de la broyeuse. Toutes les productrices d'attiéké enquêtées saluent cet élément majeur de la technologie moderne intégrée dans la fabrication de l'attiéké. Cet outil a remplacé le grattoir et l'instrument traditionnel qu'est le mortier accompagné du pilon. L'introduction de la broyeuse a eu pour effet de réduire le temps de préparation de l'attiéké. Ainsi, au lieu d'une préparation par semaine, on est passé à deux préparations dans la semaine selon les plannings d'activité. La préparation dure maintenant un jour et demi, sinon deux jours tout au plus. Les productrices gagnent ainsi en temps et en pénibilité de travail, concernant cette phase de l'opération, par rapport au passé. Cependant, il faut souligner d'après l'enquête que les broyeuses font l'objet de bien privé et d'activité économique. A ce titre, les quantités de manioc broyées ont un coût et ce coût n'est pas toujours à la portée des productrices d'attiéké.

S'il faut acheter le manioc, payer des personnes pour l'épluchage, payer le broyage et payer du bois ou gaz butane pour la cuisson ainsi que d'autres frais pour la commercialisation, les productrices se retrouvent souvent sans bénéficie. Le rapport effort/gain n'est pas respecté et cela peut avoir des préjudices sur tous les efforts que fait la communauté de chercheurs sur le manioc et sa transformation.

Après le broyage, l'autre niveau d'activité ayant fait l'objet d'innovation ou d'introduction d'instrument moderne, est l'essorage.

1 3 L'essorage

L'instrument moderne à ce niveau d'activité est le pressoir manuel, à la place des gros morceaux de caillou d'antan. L'utilisation du pressoir a fait disparaître une activité pénible. Laquelle consistait à écraser le manioc pilé au mortier, sous une pierre bien polie utilisée à cet effet.

En matière de pressoir et pour une meilleure rentabilité dans la production de l'attiéké, l'idéal aurait été que chaque productrice ait son pressoir, mais tel n'est pas le cas. Certaines productrices ne possèdent plus de pressoir sous l'effet répétitif des pannes et des coûts de la réparation. Mais cette situation ne constitue pas un grand blocage dans la production de l'attiéké. Il existe des possibilités de location de pressoir, au delà de la solidarité villageoise entre classe d'âge en vigueur dans les deux communautés. L'enquête révèle cependant que les pressoirs donnent des douleurs thoraciques et musculaires.

1 4 La cuisson.

Les données de l'enquête montrent qu'il n'existe pas encore d'innovation technologique à ce niveau. La cuisson se fait généralement au feu de bois ou au gaz butane.

Les grands défis de la transformation du manioc en attiéké demeure selon les productrices enquêtées à deux niveaux : la récolte des racines tubéreuses de manioc et la cuisson de l'attiéké. Les productrices ont ainsi évoqué un certain nombre de souhaits et de suggestions qu'il convient d'énumérer à présent.

2 LES SOUHAITS ET SUGGESTIONS DES PRODUCTRICES D'ATTIEKE.

Les productrices d'attiéké de Dabou et de Bonoua souhaitent et suggèrent :

- la mécanisation à moindre coût du découpage du manioc en petits morceaux
- la mécanisation à moindre coût du lavage du manioc découpé en petits morceaux
- la motorisation des presseuses de pâte de manioc
- la mécanisation à moindre coût des opérations de cuisson de l'attiéké
- la valorisation et la reconnaissance du métier de production artisanale de l'attiéké par l'Etat
- la subvention des activités de production de l'attiéké à Dabou et à Bonoua.

CONCLUSION

Au terme de cette étude, nous pouvons retenir que les productrices d'attiéké de Dabou et de Bonoua ont

une perception positive des acquis technologiques de la transformation du manioc en attiéké. L'introduction d'une technologie comme la broyeuse de manioc est très appréciée par ces productrices. Cela, parce qu'elle est plus souhaitée que la technologie artisanale (la râpeuse) qu'elle remplace. En dehors de son coût d'acquisition très élevé, les productrices la jugent compatible à leur système de valeur. Elles la trouvent simple et facile à utiliser. Elles souhaitent donc que les choses soient de même pour le découpage du manioc en petit morceaux et le pressage de la pâte de manioc. Elles souhaitent aussi la valorisation et la subvention de leur activité par l'Etat ivoirien.

REFERENCES

[1] SILVESTRE (P) et ARRAUDEAU (M). - Le manioc : Technique agricole et production tropicale : (Paris, G.P Maisonneuve et Larose, 1998)

[2] AGENCE DE COOPERATION CULTURELLE TECHNIQUE (ACCT). - Le Manioc, Sa Culture Et Sa Transformation, (Paris, ACCT, 1981, 64 P)

[3] TCEA CONGO. - « Enquête de réactualisation des connaissances et technologies transférables du manioc en République Démocratique du Congo ». http://www.fao.org/sd/teca

[4] BALANDIER (G). - Sens et puissance : (Paris, PUF, 1971)

[5] CHEVAU (J P). - L'innovation en agriculture : (édition IRD, Paris, 1999)

[6] CROCHIER JACQUES. - La diffusion du progrès technique en milieu rural sénégalais : (Paris, PUF, 1968)

[7] BELLONCLE (G). – « Développement rural intégré et pédagogie de l'innovation en Afrique noire », Thèse de doctorat 3ème cycle : (Paris, université Descartes, 1979)

[8] ESSOH (G). – « La filière de l'attiéké de Dabou à Abidjan », Mémoire de DEA en économie (Université de Monpellier I, octobre, 1980),

Etat actuel de la commercialisation du manioc au Cameroun

Present status of cassava marketing in Cameroon

André MBAIRANODJI
Responsable de la Production/Transformation des Racines et Tubercules au Programme National de Développement des Racines et Tubercules (PNDRT)
BP : 15 308 Yaoundé, Cameroun

Le but de cette étude, effectuée en faveur de l'élaboration du Programme National de Développement des Racines et Tubercules, était de réaliser un diagnostic de la filière de la commercialisation du manioc au Cameroun. Le PNDRT ayant une approche orientée vers le marché et la demande « market-driven approach », des visites, enquêtes et discussions ont été conduites par des consultants recrutés à cet effet. L'étude aura permis après restitution et validation, de décrire les marchés actuels et potentiels du manioc aux niveaux local, sous-régional et international, d'identifier les contraintes relatives à l'accès à ces marchés et proposer des mécanismes pour y accéder de façon durable, d'identifier les modes d'organisation et les domaines de renforcement des capacités pour que les petits producteurs de manioc améliorent leurs revenus et leur maîtrise de la filière manioc.

Mots clés: étude, programme, diagnostic, filière, market-driven, restitution, validation, contraintes, enquêtes, marchés, capacités, développement, PNDRT

1 INTRODUCTION

La commercialisation des produits et sous produits du manioc est une activité économique générant des revenus qui parviennent à entretenir plusieurs ménages. Elle est dominée par les femmes que ce soit sous forme de racines fraîches ou de produits transformés. La chaîne de commercialisation est constituée en général des grossistes (collecteurs distributeurs), des semi-grossistes et des détaillants.

La commercialisation du manioc varie selon la nature du produit. En ce qui concerne le manioc frais, il n'existe pas de grossistes en raison de la forte périssabilité du produit : les racines sont apportées par petites quantités au marché soit par les productrices elles-mêmes soit par des revendeuses collectrices opérant dans le secteur d'activité. Quand il s'agit des produits transformés, les transformatrices se chargent de la commercialisation au niveau des marchés urbains. Elles sont relayées par des revendeuses collectrices.

2 METHODOLOGIE

L'approche méthodologique utilisée par les consultants a été pour l'essentiel, basée sur un processus participatif et s'est construite en six phases :

- Tenue des réunions préparatoires;
- Collecte des données secondaires et consultation documentaire ;
- Préparation du déroulement de la collecte des données sur le terrain ;
- Collecte des données primaires;
- Traitement des données et analyse des résultats
- Restitution et validation des résultats.

3 RESULTATS

Le diagnostic de la filière de commercialisation du manioc au Cameroun a mis en relief les points suivants :

- Importance et perspectives du manioc au niveau national
- Demande urbaine de manioc au Cameroun
- Marché de manioc au Cameroun
- Filière commercialisation du manioc
- Information sur les marchés

- Difficultés de transport et enclavement des zones de production
- Les opportunités de valorisation du manioc
- Marché sous-régional de manioc
- Conquête de nouveaux marchés par l'innovation technique et / ou commerciale
- Marché mondial du manioc
- Synthèse du diagnostic

4 DISCUSSIONS

La commercialisation du manioc s'effectue par vente directe dans les champs, dans les cases, les bords des routes et sur les places des marchés aménagées à cet effet dans les villages et les villes.

On distingue quatre types de marchés :

- Les marchés de collecte ou périodique;
- Les marchés intermédiaires;
- Les marchés de consommation ;
- Les marchés frontaliers.

La commercialisation du manioc et produits transformés se déroule dans un système d'économie libérale régi par les lois de l'offre et de la demande.

Les trois principaux facteurs qui influencent en général les prix du manioc et produits transformés sont :

- Le type de marché ;
- Le rapport offre/demande ;
- La période de l'année ;
- La qualité du produit.

La structure des prix dans la chaîne commerciale peut se présenter ainsi qu'il suit :

- Les prix pratiqués par les producteurs sont les plus faibles et varient en fonction des saisons et du niveau d'enclavement à quelques exceptions près ;
- Les prix les plus élevés sont pratiqués par les semi-grossistes et les détaillants au niveau des marchés de consommation, et les exportateurs au-delà des frontières nationales.
- Les grossistes opérant à l'intérieur du pays pratiquent des prix moins élevés par rapport aux autres commerçants, mais tirent leur profit par la logique de l'économie d'échelle.

5 CONCLUSIONS

Une importante activité de commercialisation se développe à la fois dans les bassins de production et les centres urbains et les prix respectent la loi de l'offre et de la demande. Les infrastructures routières sont dans l'ensemble défectueuses, à l'exception de quelques routes nationales qui traversent certains bassins de production. Aucun système d'information fiable n'existe sur les marchés. Des techniques traditionnelles d'informations et de commercialisation permettent de porter le message des producteurs vers les commerçants par l'intermédiaire des taxis brousse. Malheureusement, cette information ne permet pas toujours d'influencer la décision de certains acteurs.

REFERENCES

[1] FIDA. : Rapport de pré-évaluation du Programme National de Développement des Racines et Tubercules. Volume I : document de travail. 2003. 2-18.

[2] PNDRT : Synthèse de l'étude de base sur les Racines et tubercules au Cameroun. 2005. 69-71.

Partie 2 / Part 2

Thème 2:
Qualité et transformation du manioc et produits dérivés
Topic 2:
quality and processing of cassava roots and derived products

Actes du 1er Atelier International
Potentialités à la transformation du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Afrique de l'Ouest

Proceedings resulting from the 1st International Workshop
Potential of Cassava (Manihot esculenta* Crantz*) Processing in West Africa

04-07 Juin / June 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire

Sous-Thème 2.1:
Transformation du manioc

Sub-Topic 2.1:
Processing of cassava roots

Etat actuel de la transformation du manioc au Cameroun

Present status of cassava processing in Cameroon

MBAIRANODJI André
Responsable de la production/Transformation des Racines et Tubercules au Programme National de Développement des Racines et Tubercules (PNDRT)
BP : 15 308 Yaoundé, Cameroun

Le but de cette étude, effectuée en faveur de l'élaboration du Programme National de Développement des Racines et Tubercules, était de réaliser un diagnostic de la filière de la transformation du manioc au Cameroun. Ainsi des visites, enquêtes et discussions ont été conduites par des consultants recrutés à cet effet. L'étude aura permis après restitution et validation, de faire l'état des lieux, d'examiner les principales contraintes, et d'identifier les opportunités en terme de mode d'organisation et de renforcement des capacités de développement de la filière de la transformation du manioc avant le démarrage du PNDRT.

Mots clés: étude, programme, diagnostic, filière, enquêtes, restitution, validation, contraintes, opportunités, capacités, développement, PNDRT

1 INTRODUCTION

Le manioc du fait de sa teneur en eau très élevée est une denrée hautement périssable et se dégrade 3 à 4 jours après récolte. Par ailleurs, les racines de manioc à l'état frais contiennent des glucosides cyanogénétiques dont l'hydrolyse conduit à la production d'acide cyanhydrique (HCN) toxique entre autres pour l'homme. Les partenaires du monde paysan, plus particulièrement les femmes, ont très vite perçu la nécessité de transformer le manioc en produits dérivés dont la plus-value est généralement supérieure à celle des racines fraîches. Cette transformation implique dans l'ensemble, des opérations de fermentation et de séchage dont quelques avantages sont : la réduction significative de la teneur en HCN, l'obtention des produits se conservant mieux que les racines fraîches, la réduction des coûts de transport en raison de la réduction de poids des produits séchés, l'amélioration de la valeur nutritive par le biais de la fermentation etc. Les activités de transformation de manioc au Cameroun sont menées essentiellement par les femmes. L'on estime qu'en plus de leur activité de productrices, 80 à 90% des femmes rurales transforment le manioc à des fins de consommation mais également à des fins commerciales.

2 METHODOLOGIE

L'approche méthodologique utilisée par les consultants a été pour l'essentiel, basée sur un processus participatif et s'est construite en six phases :

- Tenue des réunions préparatoires;
- Collecte des données secondaires et consultation documentaire ;
- Préparation du déroulement de la collecte des données sur le terrain ;
- Collecte des données primaires;
- Traitement des données et analyse des résultats
- Restitution et validation des résultats.

3 RESULTATS

Le diagnostic de la filière de transformation du manioc au Cameroun a mis en relief les points suivants :

- Les acteurs de la transformation
- Les produits de la transformation du manioc

- Les technologies de transformation : outils et procédés
- L'organisation du système de transformation du manioc
- Les contraintes de la transformation du manioc
- L'évaluation de la rentabilité de l'activité de quelques transformatrices
- Les opportunités de valorisation du manioc

4 DISCUSSION

L'approvisionnement des unités de transformation se fait en fonction de l'organisation mise en place. Les transformatrices isolées au pouvoir d'achat faible, s'approvisionnent dans leurs champs propres ou achètent les racines fraîches au marché local.

Les structures semi industrielles quant à elles s'approvisionnent sur les marchés et auprès des productrices. Lorsque la structure est du type communautaire, l'unité est alimentée par la production du groupe et des membres pris individuellement. D'autres structures semi industrielles distribuent le matériel végétal aux paysans, leur apportent un appui technique et financier. En retour les producteurs ainsi suivis sont tenus de vendre leur production auprès de ces structures semi industrielles. Le rendement des unités traditionnelles reste faible : le taux d'extraction est souvent inférieur à 10% pour le cas de l'amidon. Dans les rares cas où les unités semi industrielles existent, le taux d'extraction varie de 15 à 18% et le rendement de l'usine est de 60 tonnes de manioc par mois pour une production d'amidon variant entre 7 et 8 tonnes/mois.

5 CONCLUSIONS

De ce qui précède booster la transformation du manioc au Cameroun, revient à adopter une démarche en cinq volets progressifs et complémentaires :

- Caractérisation de la typologie des acteurs de la transformation (transformateurs et équipementiers) et des équipements adaptés à chaque secteur d'activités,
- Promotion des équipements de qualité à des prix abordables et des méthodes améliorées de transformation, avec l'appui des ONG et spécialisées et des structures de recherche-développement,
- Formation des acteurs aux technologies améliorées, à la gestion des structures de transformation, aux notions d'hygiène et de qualité, au montage des dossiers de crédit, à l'organisation en groupe,
- Incitation au développement d'une politique de contrôle et de gestion de la qualité,
- Promotion d'élargissement des débouchés des produits dérivés de manioc (seconde transformation, entreprises, plan reglémentaire /législatif).

REFERENCES

[1] FIDA. : Rapport de pré-évaluation du Programme National de Développement des Racines et Tubercules. Volume I : document de travail. 2003. 2-18.

[2] PNDRT : Synthèse de l'étude de base sur les Racines et tubercules au Cameroun. 2005. 69-71.

Promotion de la production du manioc par la diversification de ses formes d'utilisation

Promotion of cassava production by diversifying its forms of utilization

Afo Bignito TOUKO[1], Kokou EGUE[1], Chantal Ekpetsi GOTO[1] Kossi SEDZRO[1] Komlan TOUGNON[1], Adjoa AMOUZOU[1]
[1]ITRA Institut Togolais de Recherche Agronomique BP 1163 Lomé Togo

Le manioc, *Manihot esculenta* Crantz ,est une dicotylédone pérenne de la famille des euphorbiacées, l'une des cultures vivrières les plus pratiquées en Afrique. La conservation des racines fraîches de manioc est très difficiles, mais les produits transformés sont aisément stockables que le manioc brut, nécessitent moins d'espace et peuvent être conservés plus longtemps : le gari, le tapioca, les cossettes. La faible diversification de l'utilisation du manioc, denrée dont l'Afrique détient plus de 50% de la production mondiale, constitue un handicap pour l'accroissement de sa production dans les zones de culture. Pour relever ce défi les essais de transformation de manioc en farine panifiable ont été réalisés avec les groupements de transformation locaux. Cette farine a été incorporée à la farine de blé à des proportions allant de 10% à 30% dans les boulangeries modernes et artisanales pour produire du pain et des produits de pâtisseries. L'acceptabilité de ces produits de pain à base de farine composée blé/manioc a été évaluée selon une échelle de un à cinq. Les résultats de cette étude montrent l'attitude favorable des utilisateurs et consommateurs ; les pains ont été acceptés à 84% (excellent et bon confondus). Devant cette ouverture de diversification de l'utilisation du manioc, il est possible que dans les années à venir, le manioc fasse son entrée dans des secteurs de l'agroalimentaire où il était absent.

Mots clés: Manioc, farine panifiable, pain, transformation, substitution

1 INTRODUCTION

Au Togo le manioc est l'une des cultures vivrières de grande consommation dont la production occupe la première place parmi les racines et tubercules soit en moyenne de 600 000 tonnes par an [1]. Les produits locaux dérivés du manioc sont nombreux et variés. Il est consommé sous forme de foufou ou produits transformés et conservés tels que gari, tapioca, fécule et cossettes qui font l'objet d'importantes transactions commerciales. Malgré la diversité de ces produits issus du manioc et l'importance de sa production, son utilisation dans le secteur des industries agroalimentaires moderne et artisanales est presque inexistante. Afin de promouvoir la production et l'utilisation dans les secteurs précités, ce travail a été initié pour explorer les possibilités d'incorporation de la farine de manioc en panification, déterminer le taux optimal de substitution et tester l'acceptabilité des produits dérivés.

2 METHODOLOGIE

2.1 Localisation et matériel utilisés

Ce travail a été réalisé par l'Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA) en partenariat avec les groupements de transformation du manioc et les unités de production d'une boulangerie moderne et dix neuf boulangeries artisanales. Ces producteurs ont été choisis selon leur disponibilité à collaborer, l'importance de leur production journalière et la qualité de leur production, à Lomé, Vogan et Tsévié. Les équipements utilisés râpe, presse, balance, claies, moulin, sachets et tissus pour séchage et emballage. La matière première est le manioc récolté dans les champs appartenant au groupement de transformation

2.2 Production de farine panifiable

La préparation de la farine panifiable de manioc s'est effectuée suivant le processus développé à l'IITA. Le processus de fabrication est semblable à celui de la production du gari, connu dans la communauté de l'Afrique de l'ouest [2]. Les étapes de fabrication de la farine panifiable sont : récolte de manioc, pelage, lavage, râpage, pressage, défibrage, séchage, et mouture pour l'obtention de la farine panifiable. Toutes ces opérations durent en moyenne 10 heures. La farine de manioc obtenue est substituée à 10%, 15% et 20% à la farine de blé pour la fabrication du pain selon les processus utilisés habituellement par les boulangers.

2.3 Tests de dégustation

Les produits de boulangerie obtenus ont été soumis à des tests de dégustation par un jury de 25 personnes. La dégustation a été effectuée à l'aide d'une fiche de dégustation à l'échelle suivant : 5 : excellent ; 4 : bon ; 3 : moyen ; 2 : médiocre ; 1 : mauvais. Cette dégustation vise à déterminer le taux de substitution acceptable pour les consommateurs.

2.4 Rentabilité de la farine Manioc/blé

Le prix de la farine de manioc a été déterminé par les producteurs en se référant au prix du gari. Une fois le prix arrêté, on a procédé à la pesée de la quantité utilisée pour savoir l'équivalent en terme de masse. La rentabilité a été calculée par rapport à la production du pain avec la farine de blé pur, puisque le seul facteur sur lequel porte la technologie est l'apport additionnel de la farine de manioc sans agir sur les ingrédients.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

La farine panifiable de manioc constitue une forme de valorisation du manioc. Elle a un haut potentiel en tant qu'appoint à la farine de froment en vue d'améliorer la qualité de certains aliments et de réduire les besoins en importation des pays en voie de développement [3]. Le rendement en granules sèches de la farine panifiable est de 23,4 % par rapport aux racines fraîches pelées et lavées. Dans le souci d'accélérer le séchage, le défibrage a été jugé indispensable dans le processus de production. Il améliore en effet la qualité de la farine mais baisse le rendement. Le rendement en granules sèches n'est pas une valeur constante, il varie avec la variété de manioc et la période de récolte.

La capacité de production moyenne quotidienne des boulangeries contactées confondues est de 3 sacs de farine de blé soit 141 kg. La demande potentielle journalière en farine panifiable de manioc est la suivante : pour une substitution de 10 %, elle est estimée à 731 kg ; 1096 kg pour 15 % et 1463 kg pour 20% de substitution. Au vu de ces résultats, nous pouvons dire que l'utilisation du manioc en boulangerie peut permettre l'augmentation de la demande du manioc et améliorer le niveau de vie des paysans. En dépit des produits classiques tels que le gari, les cossettes, l'"atchoraalé" et l'agbelima, il a été produit et vendu au cours des quatre derniers mois de l'année 1999 une tonne et demie de farine panifiable de manioc qui équivaut à 6000 Kg de manioc frais (figure 1).

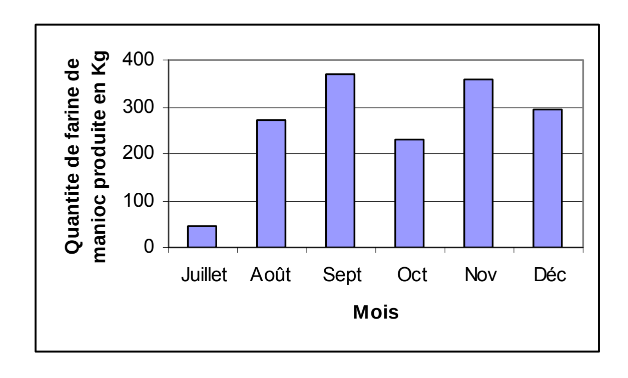


Figure 1: Variation de la quantité de farine livrée au dernier semestre de 1999

Les tests de dégustation ont montrés une acceptabilité de 84% (excellent et bon confondus) d'un pain substitué à 15% de farine de manioc, et 37,5% (excellent et bon confondus) d'un pain substitué à 20% de farine de manioc. Toutefois, dans la commercialisation, la proportion de 90% de farine de blé et 10 % de farine de manioc a été adopté par les boulangères. Les mêmes résultats ont été observés en 1978 par Grace M. R. [4]. Il a été démontré la possibilité de substituer la farine de blé par celle manioc à hauteur de 20% en boulangerie sans affecter le goût, la texture et la

mie. En biscuiterie où la levée n'est pas indispensable, la proportion de substitution peut atteindre 60%.

Sur le plan économique, le prix d'un kilogramme de farine composée (90% blé et 10% manioc) est à peu près la moitié du prix du kilogramme de la farine de blé. Chaque 5 % de substitution de farine de blé par la farine de manioc entraîne une diminution de 5,0 à 6,0 FCFA par kilogramme de farine composée par rapport à la formulation pour 100% de farine de blé (figure 2).

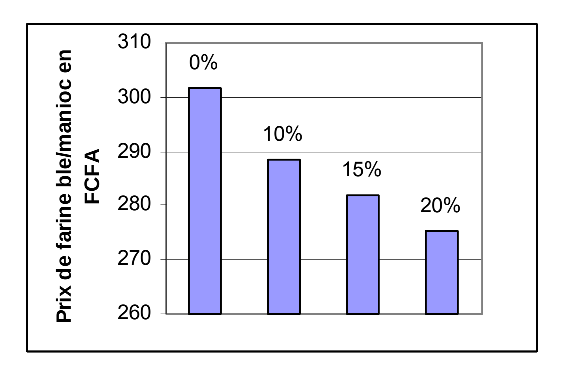


Figure 2 : variation du prix de la farine composée blé/manioc à différentes proportions du manioc

Bell et ses collaborateurs sont parvenus à ces mêmes conclusions en soutenant que la substitution présente un avantage économique du fait que la farine de manioc est généralement moins chère que la farine de froment d'importation [3]. Actuellement les 19 boulangers traditionnels formés de Vogan, Tsévié et de Lomé incorporent la farine panifiable de manioc dans leur pain qu'ils commercialisent et une collaboration est établie entre les groupements producteurs de farine panifiable et les boulangers. Les journées porte ouverte et les médias ont permis d'étendre l'idée d'utilisée le manioc en boulangerie à d'autres régions du pays.

4 CONCLUSION

Cette étude nous a permis de mettre en évidence les potentialités de la farine panifiable du manioc auprès des boulangers. Les essais de production et d'utilisation en boulangerie menés avec de bons résultats dans la région maritime du pays, témoigne de la nécessité d'élargir l'expérience à la partie septentrionale dans d'autres groupements de transformation en vue d'harmoniser les coûts de production de farine, d'identifier d'autres variétés de manioc selon leurs aptitudes à donner la farine panifiable, d'encourager la production du manioc pour satisfaire la demande additionnelle suscitée par les nouvelles utilisations, d'améliorer les conditions de production, pour assurer la qualité de la farine et d'encourager les boulangers et pâtissiers modernes à substituer 5 à 10% de farine de manioc à celle du blé.

REFERENCES

[1] DESA Rapport Agricole, Campagne (1990)
[2] Onabolu A, Bokanga M: Promotion of high quality cassava flour (HQCF) for the food industry in Nigeria. Proc. 6th Sym. ISTRC-AB (1995) pp 263-269
[3] Bell A, Mük O, Schuler B : Les richesses du sol: Les plantes à racines et tubercules en Afrique : une contribution au développement des technologies de récolte et d'après-récolte. Le Ministère fédéral de la Coopération économique et du Développement, Allemagne, (2000) 237 p.
[4] Grace M. R : Traitement du manioc, FAO, Rome (1978)

La farine de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) non fermentée : l'avenir de la culture du manioc en Afrique

Non-fermented cassava (Manihot esculenta Crantz*) flour : the future of cassava cultivation in Africa*

Louis DJILEMO ,
Ingénieur Agronome,Spécialiste des Technologies Post-Récolte, MINADER/CAIC ,CM
BP :257 ,Douala, Cameroun, Tél ;(237)991 43 33 ;é-mail :djilemo@yahoo.fr.

Cet article à pour objectif de contribuer aux travaux de recherches effectués sur le manioc, en apportant certains éléments d'analyse.
Le manioc est une espèce tropicale originaire d'Amérique qui se cultive dans les zones intertropicales avec des régimes pluviométriques à une ou deux saisons dont la hauteur d'eau varie entre 600 à plus de 4000 mm . L'avenir de cette culture dans les pays en voie de développement en général et ceux de l'Afrique en particulier repose essentiellement sur ses produits et /ou ses dérivés. Parmi ces dérivés, l'on cite entre autres : l'amidon, le miondo, le tapioca, la farine de manioc etc. Cependant, tous ses dérivés restent confrontés au problème de conservation mais à des degrés différents. Cette situation a conduit à nous intéresser d'avantage aux dérivés à l'instar de la farine de manioc non fermentée. Ce sous-produit peut à moyen et à long terme être source de revenus pour les populations rurales et contribuer ainsi à la réduction du spectre de la pauvreté.
.En effet, la farine de manioc non fermentée possède un potentiel non mis en valeur jusqu'à ce jour ; ses atouts étant les suivants:Bonne qualité, sans odeur, de couleur blanche pure, avec une granulométrie proche de celle du blé, Parfaitement homogène, bonne teneur en eau, substituable à la farine de blé dans près de 90% de ses utilisations notamment dans la boulangerie, pâtisserie et biscuiterie, bonne conservation pendant près de 6 mois dans les conditions appropriés.
La production de cette farine fait cependant face à plusieurs contraintes dont ceux liés au découpage, au séchage et la mouture, contraintes qui ont néanmoins été levées par la mise en place des techniques appropriées. Celles-ci peuvent s'appliquer aussi bien en milieu rural que urbain.
Ainsi, avec une volonté politique avérée, la farine de manioc non fermentée devrait permettre particulièrement aux paysans producteurs de racines de manioc d'améliorer leurs revenus par la commercialisation plus garanti de leur production; ce qui leur permettrait d'améliorer leurs conditions de vie partant de lutter contre le chômage et la pauvreté.

Mots clés: Farine de manioc non fermenté, séchage, boulangerie, découpage, substitution du blé, conservation, mouture

1-Introduction

Le manioc est cultivé essentiellement pour ses racines ou tubercules, qui entrent dans l'alimentation quotidienne de nombreuses populations, surtout, africaines sous plusieurs formes. C'est une plante extrêmement plastique, c'est-à-dire quelle tolère les conditions les plus hostiles. Il est cultivé dans prés de 100 pays (tous en voie de développement), dont plus de 30 pays en Afrique. Les grands producteurs Africain sont :Le Nigeria(plus de 32millions de tonnes), la République Démocratique du Congo(plus17 millions de tonnes),la Tanzanie(plus 6 millions de tonnes) ,la Mozambique (plus de 5 millions de tonnes.

Selon la teneur en acide Cyanhydrique des racines, on peut regrouper les nombreuses variétés de manioc en deux catégories principales :
-Le manioc doux : cultivé pour la consommation local de tubercules (cuisson des tubercules immergés dans l'eau que l'on appelle le manioc bouilli) et autres .
-Le manioc amer : surtout utilisé pour des mets après avoir subit une fermentation.
La farine de manioc est un aliment très consommé par les populations africaines .Le terme farine de manioc désigne généralement la farine obtenu après une fermentation de 3 à 4 jours encore appelée Foufou. Le foufou est

essentiellement utilisé pour préparation des plats traditionnels .Il n'existe pas pour le moment d'utilisation industrielle .Les essais d'incorporation en boulangerie ont donné de succès avec un taux de substitution de moins de 20%.La réticence de son utilisation pour la fabrication des produits industriels
(pain, gâteau, biscuits --) est surtout du à la qualité , la couleur ,l'homogénéité ,l'odeur, la granulométrie de cette farine qui diminue les qualités organoleptiques du produit fini.
Nous voulons produire une farine de manioc non fermentée de qualité supérieure c'est à dire sans odeur, de couleur blanche, homogène ; de granulométrie proche de celle de la farine de blé, …) .Cette farine non fermentée en plus des usages traditionnelles peut très utilisée par les industrie alimentaires et agroalimentaires .Elle peut remplacer ou substituer la farine de blé,Jusqu'à 100% dans plusieurs préparations (pain, beignet, biscuits, gâteau,crêpe…).
Grâce à cette farine non fermentée les producteurs de manioc pourront devenir les fournisseurs des industries alimentaires et agroalimentaires qui sont en net croissance en Afrique .Elle nous permettra de fabriquer des produits de boulangerie et de pâtisserie de biscuiterie à partir d'une farine composée du blés et de la farine de manioc .Nous pourrions avoir un PAIN AFRICAIN qui a une mie .Le développement de la technique de production de la farine de manioc non fermentée, constituerait un grand débouché pour le manioc.
Les industries alimentaires et agroalimentaires, l'industrie du pain allant croissant avec le rythme de la population africaine, il est évident que l'avenir de la culture du manioc se trouve dans ce produit.
Nous allons montrer le processus que nous avons utilise pour produire de la farine de manioc non fermentée de qualité supérieur. Nous insisterons sur le temps de récolte, le découpage et séchage, le moulinage qui constituent une grande contrainte dans la production de la farine non fermentée.

2 EXPERIMENTATION

2.1 Matériels

. Les matériels utilisés sont :Racines ou tubercules de manioc,Machettes, couteaux, balance, râpeuse ou découpeuse, sacs en polyéthylène,bassine, bac de lavage, bâche, papier plastiques noirs,seau, puits pour l'eau,tamis, moulin à marteau,papier kraft, soude sacs,table pour découpage des tubercules et four pour séchage.

Ligne de farine de manioc non fermentée

Récolte ou collecte de racines ------Réception et pesé---------Equeutage + Epluchage-------lavage-----Découpage ou broyage------Essorage ou pressage-------émiettement ou tamisage-----Séchage (four ou soleil)-------Mouture ou broyage--------Tamisage--------Ensachage ou conditionnement.

2 .2 Réalisation

Collecte

Nous avons interrogé les planteurs pour savoir l'origine et la date approximative de plantation des boutures dans leurs champs .La première collecte était un mélange de tout le manioc trouvé sur place constitué du manioc rouge, blanc, des variété améliorées et traditionnelles ou locales (collecte N°1).
En suite nous collecté la variété 8017 ou du 8034 qui sont les variétés distribuées par l'IRAD (Institut de Recherche Agronomique et de Développement) depuis les années 1990 sans tenir compte de l'age des plantes
(collecte N°2).
En fin nous avons collecté des racines de variétés améliorées de 10 à 12mois, puis de 12 mois et plus d'âge (collecte N°3 et 4)

La réception

Les produits collectés sont réceptionnés par une équipe qui après la pesé commence immédiatement l'équeutage et l'épluchage .Les tubercules épluchés sont immédiatement mis dans le bac à lavage qui contient de l'eau. Les tubercules doivent être entièrement immergés dans l'eau.

Découpage ou broyage

Les tubercules lavés sont découpés en cossettes d'épaisseur de 4 à 5 mm .Nous avons fait fabriquer une découpeuses sous le model (Odigboh, 1976) par un artisan de la place. Cette machine nous a donné un rendement de prés de 200 à 220 kg de cossettes par heure.
Nous avons également râpé les tubercules dans une râpeuse ordinaire pour obtenir une semoule.
La semoule pressée et émietté ou les cossettes de tubercules essorés sont séché

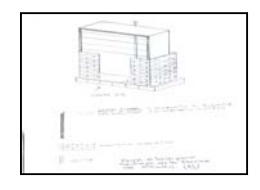
Le Séchage

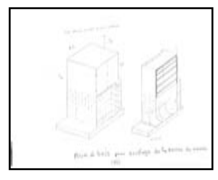
Les semoules ou les cossettes sont séché au soleil étalé sur une bâche ou sur le papier plastiques noir .Ce séchage n'a pas donné de bon résultat car au bout de 6 jours le produits n'était pas encore sec et commençait déjà à noircir .(il fait chaud ici mais l'humidité atmosphérique est toujours au environ de 95 voir 100%).Ceci rend très difficile le séchage par le soleil . Les Journées ensoleillées existent mais son très rares, La qualité de produits issues de ce séchage n'est pas très garantie.

Nous avons construit un four pour le séchage.

Le four que nous avons construit est basé sur le principe de fonctionnement du séchoir Touraille ERLS(dossier technique N°13 ,BIT ,p48) voir schéma ;.Ce four est placé dans un hangar qui sert en même temps de salle des opérations .La source d'énergie utilisée est le bois de chauffage auquel nous adjoignons les épluchures de manioc.

Le schéma du four





Le produit est étalé sur les claies de 10 à 15 Cm d'épaisseur et inséré dans le four. Il prend 8 claies .La capacité est de 800 à 1000 kg .La duré de séchage varie entre 30 à 48 heures .

Grâce au four nous avons obtenu des cossettes ou des semoules sèches de bonne qualité avec un taux d'humidité de 10 à12 %

La mouture

Les moulins à marteau ont donné de bons résultats .Nous avons tamisé le produit obtenu avec des tamis à différent mails pour obtenir une farine de granulométrie homogène

Conditionnement

La farine obtenue est conditionnée dans les sacs revêtus à l'intérieur par le papier kraft qui permet d'éviter toute ré humidification au contact de l'air.

Résultats et discussion

Les résultats de la farine issue des différentes collectes traitées sont consignés dans le tableau ci- dessous

Carcteristiques de la farine	Collecte N° 1			Collecte N°2			Collecte N°3			Collecte N°4		
	B	AB	TB	B	AB	TB	B	AB	TB	B	AB	TB
Granulométrie	X				x				x	x		
odeur			X			x			X			X
couleur		X				x			X			X
homgéneité		X			X				X			X
Teneur en fibre		X			X				x		x	
Teneur en eau		X				X			x		x	x

B=bonne, AB=assez bonne, TB=Très bonne

.Il ressort que les tubercules âgés de 10 à 12 mois (collecte N°3) pour les variétés améliorées 8017 ou 8034 donnent une farine avec une teneur en fibre très faible ;

Nous avons décidé que pour une même production nous devrons tout faire pour avoir les tubercules homogènes c'est à dire de même age et de même variété ;

La farine produite est de qualité supérieur car sans odeur, de couleur blanche, homogène, avec un faible taux de fibre, une granulométrie voisine de celle de la farine de blé(un test de tamisage des deux produits a donné un résultat analogue) ;

Cette farine utilisée en boulangerie a donné de très bons résultats .Pour les beignets, les amuses-gueules, les gâteaux, les crêpes, les résultats sont spectaculaires. Un boulanger a déclaré : « La farine de manioc sans odeur,ni petit gain (fibre), de couleur blanche, même si elle ne peut pas être utilisée pour pétrir du pain, peut être utilisée pour fariner du pain avant de le mettre dans le four pour cuisson » . Cette boulangerie utilise prés de 4 sacs de 50kg de farine de blé pour le farinage par jour, soit à peut prés 1440 sas par an ou 72 000 kg ou72 Tonnes) par an ; On peut dénombrer plus d'un millier de boulangeries comme celle là en Afrique .

Conclusion

La farine de manioc non fermentée de qualité supérieur (sans odeur, de couleur blanche, fine

(granulométrie voisine de celle du blé) serait la matière première pour la fabrication du pain, des gâteau,de beignet,des biscuits etc. . . Elle peut aussi être la source des fécules que les industries alimentaires et Agroalimentaires utilisent aujourd'hui en millier de tonnes par an.

En attendant que la recherche détermine la période exacte de récolte qui doit correspondre aux taux d'accumulation maximal de matière sèche et aux taux de fibre lignifié minimal dans les racines ou tubercules de manioc, il est impératif d'encourager la production de farine de manioc de qualité supérieur (Non fermentée) avec les variétés améliorées existantes pour conquérir ce marché déjà disponible.

Un pain du type KUMBA BREAD au Cameroun (pain mie fabriqué à l'origine avec la farine composé du manioc ; du blé et de patate douce que aujourd'hui on ne vend plus que le non)peut être développé.

Les Etats Africains ont aujourd'hui plus que hier l'obligation de donner une composition de pain qui doit contenir un pourcentage de la farine locale .Cette décision doit être prise au niveau de l'union Africaine afin d'éviter toute mauvaise interprétation par les populations

Les institutions internationales qui pour la plus part reconnaissent de manière formelle les potentiels et les opportunités de la farine de manioc non fermentée doivent encourager la production de cette farine. Car la production de la farine de manioc non fermentée devrait entraîner une augmentation des superficies cultivées en manioc. L'Augmentation de la superficie cultivée du manioc ira avec l'amélioration des revenues des producteurs et de leur niveau de vie.

La farine de manioc non fermentée pourrait constituer un facteur d'avenir pour la culture de manioc en Afrique grâce à la volonté des institutions internationales, des gouvernements africains, et la Recherche

REFERENCES

-FIDA ,1999 ;Cameroun, Potentiel de Substitution des produits dérivés du manioc , Document provisoire ;

-FIDA Transformation du Manioc ,Atelier Régional de l'Initiative , 20-22 Mars 2006 Accra,Ghana

-TOM AGGOR,Egbé, Alain Brauman,Dany Guffon, Serge Tiech Transformation des Alimentaires du manioc

-CTA-KARTHALA , 199 ;La Transformation des produits agricoles en zone tropicale, Approche Technologique

-Djilemo Louis ,Conservation des racines et tubercules (cours formation, 1993)

-BIT , Fiche technique N° 13 , 1990) Conservation des légumes à petite échelle

,- Préparation Adéquate de la farine de manioc (Guide pour le Développement des racines et Tubercules, GTZ)

-Sang,Kihahn, Méthode traditionnelles de transformation et d'utilisations de manioc en Afrique (, Mars 1993)

-C A IC ,DJILEMO LOUIS Etude de mise en place d' une unité de transformation de manioc par l'ONG CIEF (Centre d'Initiative et de l' Entreprenariats Féminin) , Bonatéki, Douala , 1999

-Panification,Les farines composées : une technologie facile à maîtriser ,(René Taga, ingénieur du génie industriel © Bulletin du Réseau TPA n°10 - Juin 1995

-Précis Techniques sur les Farines Composées (FAO)

-Filière manioc à Madagascar (Internet)

-Projet de Promotion de la filière manioc au Bénin (Internet)

-Emmanuel Tchiengue , 1994 , Technologie des farines et pains à Base de Farines locales

Inventaire des équipements de petite et moyenne capacités de production d'amidon de manioc par la voie humide

Inventory of the equipments of small and medium size for cassava starch production by the wet way process

Marouzé C.[1], **Da G.** [1&2], **Dufour D.** [1&3]
[1] Cirad, UMR Qualisud, TA B-95/15 34980 Montpellier Cedex 5 mail : claude.marouze@cirad.fr
2 IPH, HANOI, Vietnam & ENSBANA-UB, 01, Esplanade Erasme 21000 Dijon,
3 CIAT, AA6713, Cali, Colombie

La production à petite échelle d'amidon de manioc à partir des racines nécessite, plusieurs opérations unitaires. Si le procédé reste sensiblement toujours le même (lavage, fragmentation, séparation de l'amidon, réduction de la teneur en eau) de nombreuses variantes ont été apportées de part le monde aux équipements à petite échelle et à leur mode d'utilisation. Un développement d'une production économique et de qualité d'amidon de manioc en Afrique, nécessite une parfaite connaissance de ces différents équipements, de leurs variantes techniques et surtout de leur principe de fonctionnement. La connaissance de leurs avantages et de leurs limites permet de les choisir, les utiliser au mieux, voire, de les modifier pour les adapter aux conditions locales d'utilisation. A partir des réalisations développées dans les différents pays du Sud, l'article propose une présentation détaillée de chaque équipement utilisé pour la production d'amidon de manioc par voie humide. Il s'agit de faire le point sur les acquis en matière de recherche et de développement d'équipements de production d'amidon et de proposer un support pour un échange d'expérience entre les participants de l'atelier.

Mots clefs : Amidon de manioc, Equipements, Principes de fonctionnement, Procédés.

1 INTRODUCTION

La production à petite et moyenne échelles d'amidon de manioc à partir des racines nécessite plusieurs opérations unitaires et de nombreuses variantes ont été apportées aux équipements et à leur mode d'utilisation pour assurer une production dans les différentes régions du monde. Une connaissance de ces équipements, de leurs variantes techniques et surtout de leur principe de fonctionnement est nécessaire pour assurer une production de qualité d'amidon de manioc en Afrique. La connaissance de leurs avantages et de leurs limites permet de les choisir, de les utiliser au mieux, voire, de les modifier pour les adapter aux conditions locales d'utilisation.

A partir des réalisations développées dans différents pays tropicaux, l'article propose une présentation détaillée de chaque équipement utilisé pour la production d'amidon de manioc par voie humide. Les équipements sont étudiés par rapport à leurs apports fonctionnels pour la production d'amidon.

2. MATERIELS ET METHODES

La production d'amidon à petite échelle, est toujours réalisée par une séparation physique de l'amidon de la fibre. Deux voies sont envisageables pour l'obtention de l'amidon : la voie sèche par tamisage de farine obtenue par broyage au moulin à marteaux de cossettes séchées au soleil et la voie humide par tamisage de la pulpe de manioc, obtenue après épluchage des racines et râpage sous filet d'eau courante.

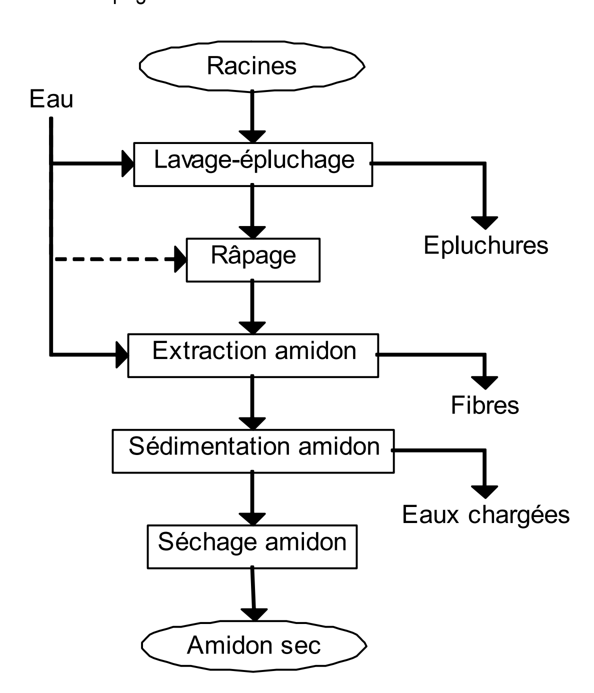


Fig. 1 : Diagramme général de production d'amidon de manioc à petite

échelle par voie humide.

La voie humide (voir figure 1) est la voie la plus généralement utilisée car elle permet d'obtenir des amidons de pureté supérieure. Les grains de silice pouvant être présents dans les racines étant éliminés par différence de densité, les protéines et métabolite solubles éliminés par lavage à l'eau.

Une présentation détaillée des équipements généralement utilisés pour la production d'amidon à partir de racines de manioc par voie humide est proposée ainsi que leur variante et leur principe de fonctionnement (Guesdon, 2002).

3 PRESENTATION DES EQUIPEMENTS ET DES TECHNOLOGIES

3.1. Lavage et épluchage des racines

L'épluchage peut être fait de manière totalement manuelle à l'aide de couteaux ou machettes. Le cortex et le phelloderme sont éliminés sur les racines brutes. Les racines épluchées (parenchyme) sont immergées dans l'eau afin de procéder au lavage et à l'élimination de toute trace de terre ou de silice en vue de diminuer significativement la teneur en cendres dans l'amidon final produit. Dans certains cas, les racines sont immergées et foulées aux pieds pour éliminer grossièrement les écorces.

Les éplucheuses les moins sophistiquées sont des fûts de récupération dans lesquels sont réalisés des incisions, afin de permettre un épluchage partiel. Le fut est mis en rotation sur un axe horizontal sous un courant d'eau. La friction des racines entre elles et sur les aspérités du fût permet un épluchage et un lavage simultanés. L'eau de lavage permet essentiellement d'entraîner les éléments étrangers grossiers (terre, cailloux).

Au Vietnam, des cages hexagonales réalisées en barres métalliques misent en rotation autour d'un axe horizontal sous un flux d'eau, éliminent la terre par friction avec un épluchage partiel. Un ajout d'eau est réalisé par l'axe central ou depuis l'extérieur du cadre du cylindre. Le chargement et le déchargement sont réalisés grâce à un panneau grillagé amovible.

En Colombie, des éplucheuses batch et des éplucheuses en continu sont réalisées dans des cylindres métalliques perforés en rotation autour d'un axe horizontal (Rivier, Moreno et al., 2001). L'effet de friction des racines entre elles et surtout sur le cylindre et l'effet d'un ajout d'eau suffisent à obtenir un épluchage suffisant pour la production d'amidon. L'alimentation et la vidange des racines sont réalisées par chacune des extrémités du cylindre.

Au Brésil, les laveuses éplucheuses en continu sont formées d'un auget demi circulaire avec un axe muni de bras disposés en hélice assurant un déplacement axial des racines qui poussent les racines d'un bout à l'autre de la laveuse. Elles fonctionnent avec une phase de friction en sec suivi d'une friction en humide dans une deuxième partie (Méot, 1996). Les machines brésiliennes sont horizontales. Au Vietnam, le même principe est utilisé mais l'auget est incliné pour alimenter en continu la râpe extracteur ou constituer un tas de racines lavées



Photo 1 : Lavage avec les pieds des racines de manioc (Vietnam)



Photo 2 : laveuse de type cage hexagonale (Vietnam)



Photo 3 : Laveuse en continu avec arbre et vis sans fin (Vietnam)



Photo 4 : Laveuse en continu, vue côté sortie (Colombie)

3.2. Râpage

Cette opération a pour objectif de produire une pulpe à partir des racines entières. La granulométrie de la pulpe, c'est-à-dire la taille de particules élémentaires conditionne le bon déroulement de l'opération suivante : la séparation de l'amidon et des fibres. Le râpage doit être suffisamment fin pour libérer les granules d'amidon contenus dans les cellules du parenchyme de la racine. De plus, les particules doivent être obtenues par arrachement et non par coupe pour éviter une découpe des fibres et un endommagement de l'amidon qui rendraient plus difficile l'opération de séparation. Manuellement, l'opération est réalisée en frottant les racines sur une surface rugueuse plane (Amazonie, Afrique). La râpe mécanique est généralement constituée :

- d'un ensemble de tôles ou trémie qui assurent le guidage des racines vers le rotor;
- un rotor tournant à vitesse élevée muni d'aspérités qui arrachent des particules aux racines. Ce rotor est généralement cylindrique (tambour). Parfois, il a la forme d'un disque (Vietnam).

Les aspérités sont réalisées :

- soit, par des lames métalliques avec un profil dentelé. C'est la technique utilisée industriellement mais aussi sur quelques petites machines, particulièrement au Brésil. Les dents dépassent d'environ un (1) millimètre du rotor cylindrique (en bois, métal ou plastique). Les lames sont maintenues en place par les flasques de chaque coté du cylindre. Ce dispositif ainsi que la réalisation des fentes

dans le cylindre sont souvent complexes. Par contre, avec l'utilisation d'acier à haute résistance, la durée de vie des lames est importante ;

- soit, par des aspérités d'une tôle métallique fine (8/10 ou 10/10ème de mm), réalisées par percussions de cette tôle à l'aide d'un clou puis par enroulement de cette tôle sur un cylindre en bois. Cette technologie est bien adaptée à la fabrication dans des ateliers rustiques mais la durée de vie des aspérités est faible. La tôle est régénérée par une nouvelle percussion ou remplacée par une nouvelle tôle perforée ;
- soit par des extrémités de clous sans tête plantés ou bouts de câbles métalliques dans un tambour en bois d'une variété d'arbre compatible avec l'usage (bois ne se fendant pas, Bois « *Xa Cu* »). Cette technologie est courante dans le Nord du Vietnam. La régénération de rotor est réalisée en plantant une nouvelle rangée de clous.

Les racines tombent sur le tambour. La gravité et l'effort d'entraînement créés par le tambour sur les racines contribuent à les maintenir en place dans l'espace convergeant entre le rotor et la trémie. Quand la trémie ne comporte pas de partie verticale, les racines peuvent être poussées manuellement par un opérateur. Ce qui contribue à augmenter le débit de la râpe mais cette opération est dangereuse. Quelques machines disposent d'un piston presseur avec un mouvement alternatif d'avant en arrière qui comprime les racines sur le tambour lors de son déplacement avant. Ce piston entraîne un râpage séquentiel et une demande de puissance variant fortement en fonction du déplacement du piston.

A la sortie de la râpe la pulpe sort sous la forme d'une pâte. L'ajout d'eau à l'entrée des racines est parfois utilisé et assure une meilleure évacuation de la pulpe. Dans ce cas, la pulpe est beaucoup plus fluide et peut être transférée par gravité ou par pompage. L'ajout d'eau est à éviter si la pulpe doit être déplacée ou transportée manuellement. Les quantités d'eau utilisée sont au moins de 1m³/tonne de racines (Rivier, Moreno et al., 2001).

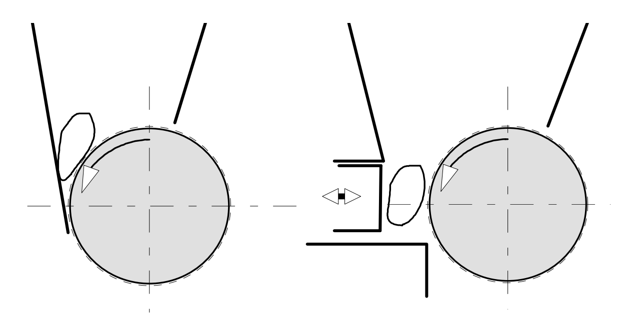


Fig. 1 : Schéma de râpes classique et à piston

Le tableau 1 montre les principales caractéristiques de quelques râpes à manioc utilisées pour la production d'amidon. La vitesse linéaire des éléments abrasifs est toujours élevée car il faut enlever de petites particules à chaque passage d'aspérités.

3.3. Extraction ou séparation de l'amidon et des fibres

L'opération d'extraction vise à séparer les granules d'amidon des fibres accompagné d'un lessivage des substances hydrosolubles (sucres, protéines, métabolites, minéraux). Cette opération est le plus souvent réalisée en faisant passer les granules au travers d'une toile filtrante alors que la toile retient les fibres. Deux actions sont conjuguées pour réaliser cette séparation, d'une part, un flux d'eau dilue et entraîne l'amidon pour constituer le lait d'amidon et d'autre part, un brassage mécanique de la pulpe facilite la libération des granules de la masse de pulpe. Il existe une grande diversité de principes pour mettre en œuvre cette séparation.

Cette opération est réalisée traditionnellement à la main. Un tissu est soit suspendu soit disposé dans un panier au dessus d'un bac d'eau. La pulpe est malaxée manuellement avec un ajout d'eau ou un trempage dans l'eau, les granules sont entraînés par le flux d'eau. Le bac sert de récipient au lait d'amidon.

L'équipement le plus simple est constitué d'un cadre tamis horizontal (80 mesh), rectangulaire, légèrement incliné et souvent animé d'un mouvement horizontal alternatif. La pulpe diluée dans un flux d'eau arrive sur le tamis qui retient les fibres. Le lait est récupéré sous le tamis dans un bac (Balagopalan, Padmaja et al., 2000).

Dans l'extracteur en demi auge, le tamis à une forme demi cylindrique. Un rotor muni de bras radiaux (brosses ou balais) assure un brassage de la pulpe avec un fonctionnement en batch (I2T). Dans une autre version anciennement utilisée au Brésil, il s'agit d'un ensemble de balais disposé en hélice qui assure un déplacement axial de la pulpe et un fonctionnement en continu (Méot, 1996).

Un autre type d'extracteur est la coladoras ou tambour tamiseur (Rivier, Moreno et al., 2001). La virole d'un tambour à axe horizontal est constituée d'une tôle perforée revêtue intérieurement d'une toile. 8 pales radiales sont fixées à la périphérie et l'intérieur du tambour. La pulpe est alimentée par une ouverture centrale sur l'une des faces du tambour. Avec la rotation du tambour, des paquets de pulpe sont relevés par des pales puis ils tombent diamétralement. Le malaxage de la pulpe sous l'effet de ce mouvement et l'ajout d'eau provoque un lavage de l'amidon, le lait d'amidon passe au travers de la toile. Le principe fonctionne en batch et l'opération est arrêtée quand le lait devient plus clair.

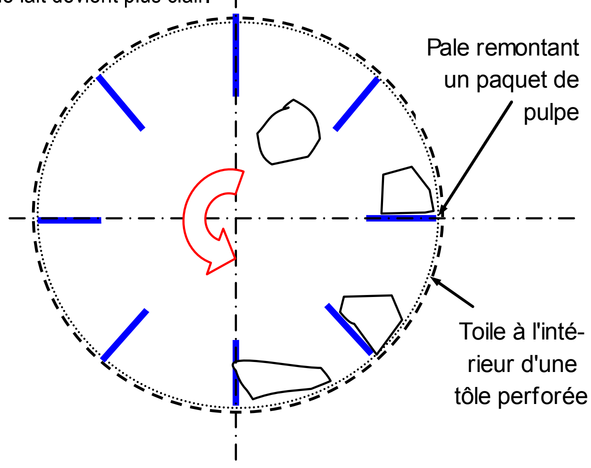


Fig. 2 : Schéma de l'extracteur tambour fonctionnant en batch (Colombie).

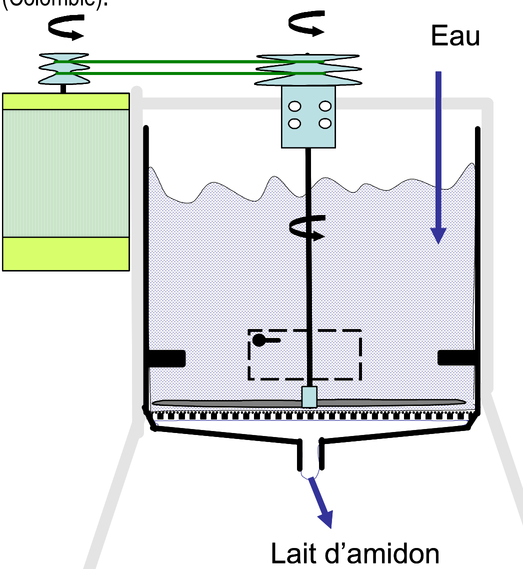


Fig. 3 : Schéma de l'extracteur batch (Vietnam)

L'extracteur batch consiste en un réacteur cylindrique vertical ouvert au sommet afin de charger la pulpe en début de batch et d'alimenter celui-ci en eau de manière discontinue. Le fond de la cuve est la surface de tamisage constituée d'une tôle perforée sur laquelle est tendu un tissu (80 mesh). La pulpe est entraînée par des pâles montées sur l'axe verticale et placées au-dessus de la surface de tamisage. L'extraction est terminée quand la phase liquide sortante (ou lait d'amidon) devient plus claire, puis, l'opérateur évacue la phase solide (fibres) par une trappe placée au-dessus de la surface du tamisage. Ce type d'extracteur est utilisé au Nord Vietnam (Da, 2006).

La râpe-extracteur verticale fonctionnant en batch comprend deux compartiments superposés : le compartiment supérieur assurant le râpage humide des racines lavées sur un disque couvert de clous; le compartiment inférieur où la pulpe broyée est agitée à l'aide de pâles situées au-dessus d'une surface de tamisage. Deux arrivées d'eau (solvant) assurent ces deux opérations. Un seul axe entraîne le disque de râpage et les pâles d'agitation. Comme dans le cas de l'extracteur batch, le tamisage est assurée par un tissu (80 mesh) tendu sur une tôle perforée de larges trous. La fin de l'extraction terminée est indiquée par la couleur de la phase liquide sortante (ou lait d'amidon), puis, l'opérateur évacue la phase solide (fibres) par une trappe placée au-dessus de la surface du tamisage (Da, 2006).

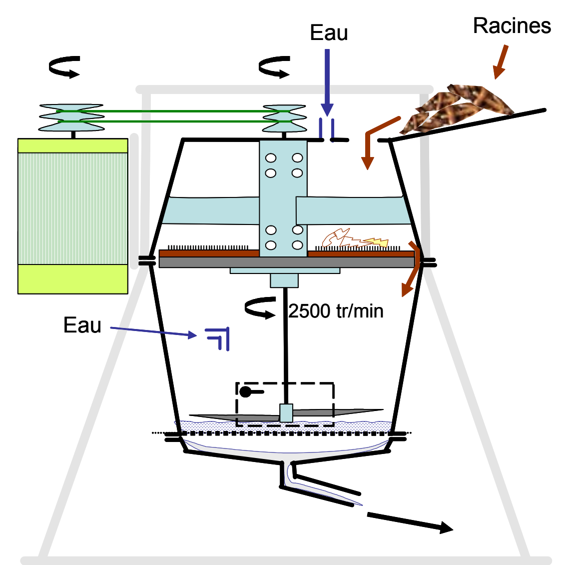


Fig. 4 : Schéma de la râpe extracteur (Vietnam).

Le **séparateur centrifuge** est un cône en tôle perforée revêtue intérieurement d'une toile fine tournant rapidement autour d'un axe horizontal. La pulpe est alimentée au fond du cône. L'eau passe au travers de la toile en entraînant l'amidon alors que les fibres sont retenues. Elles glissent sur la virole sous l'effet de jets d'eau complémentaires. Au brésil, dans les unités de taille moyenne ou petite, deux de ces machines sont montées en série (Vilpoux and Perdrix, 1995). Elles sont largement utilisées dans les unités industrielles.

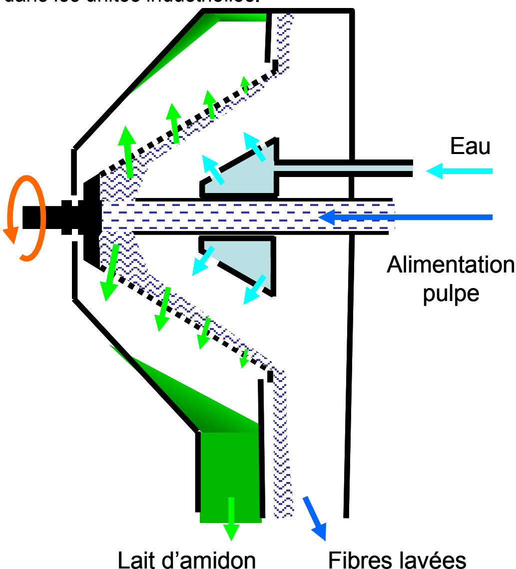


Fig.5 : Schéma du séparateur centrifuge (d'après Alpha-Laval)

En conclusion, l'extraction de l'amidon par voie humide est toujours réalisée par un lavage à l'eau avec différents dispositifs de brassage plus ou moins énergiques de la pulpe. Cette intensité de brassage influe directement sur l'efficacité de l'extraction. Dans tous les cas, la quantité d'eau utilisée est importante.

3.4. Séparation de l'amidon et de l'eau

Il s'agit à partir du lait d'amidon d'éliminer la plus grande quantité d'eau pour récupérer de l'amidon qui devient solide à une humidité entre 45 à 50 % b.h. La séparation est réalisée essentiellement par sédimentation, c'est-à-dire par une précipitation sélective des particules sous l'effet de la gravité.

Pour les plus petites capacités, le lait d'amidon provenant de l'extracteur est déversé dans des bacs de sédimentation le plus souvent en béton avec un revêtement intérieur de protection (carrelage). L'amidon se dépose en couche épaisse au fond du bac au bout de 9 à 14 heures. L'eau surnageante est vidangée et la fraction d'amidon riche en protéines (localement appelée amidon noir au Vietnam ou mancha en Colombie) qui s'est déposée au dessus de la couche d'amidon sédimenté est éliminée. Puis l'amidon sédimenté est ressuyé durant quelques heures. Celui-ci peut ensuite être découpé en blocs qui sont retirés de la cuve.

Pour les unités plus importantes, les canaux de sédimentation peuvent être utilisés. Il s'agit de canaux de quelques dizaines de centimètres de large et de hauteur et d'une longueur allant jusqu'à une centaine de mètres. Ces canaux sont disposés en zigzag pour limiter leur encombrement. Le lait est alimenté à une extrémité et s'écoule vers l'autre extrémité en couche mince. L'amidon est récupéré tous les jours ou au bout de plusieurs jours.

Pour réduire les quantités d'eau utilisée, la concentration du lait par hydrocyclone a aussi été testée à petite échelle (Trim and Marder, 1995) (Manickavasagan and Thangavel, 2006). C'est une technique issue du milieu industriel. L'eau récupérée à la sortie de l'hydrocyclone est réutilisée dans le procédé d'extraction alors que le lait concentré est sédimenté.

3.5. Séchage

Pour cette opération, il existe toute une palette de solutions et d'équipements développés pour les produits du manioc ou pour d'autres produits tropicaux. Par conséquent, nous ne traiterons pas cette opération qui nécessite un article à elle seule.



Fig. 5 : Utilisation de la gravité dans les unités de production d'amidon aigre en Colombie.

On note une grande diversité de technologies pour la production d'amidon de manioc à petite échelle. Cette diversité résulte de divers facteurs. Elle provient : soit de la créativité (locale, individuelle), soit de transferts depuis l'industrie du manioc (lames de râpe, extracteurs centrifuge) ou d'autres secteurs (extracteur batch et râpe-extracteur). L'utilisation de la gravité pour le déplacement de produit dans les unités de production d'amidon aigre en Colombie est un exemple de transfert depuis l'industrie de matériaux.

Les différents résultats montrent l'importance d'avoir une bonne maîtrise de chaque opération pour avoir le meilleur rendement final d'extraction et de différents apports successifs. Il est important de bien comprendre les principes de fonctionnement mis en jeu pour utiliser pour les utiliser au mieux et surtout les faire évoluer.

CONCLUSION

Tabl. 1 : Caractérisation de quelques râpes à manioc utilisées pour la production d'amidon

Equipement, pays, références	Forme du rotor	Elément abrasif	Dia-mètre (mm)	Ajout d'eau	Vitesse de rotation (tr/min)	Vitesse linéaire (m/s)
Râpe, Colombie	Cylindrique	Tôle percutée	280	Oui	1800	26
Râpe, Côte d'Ivoire (Bietrix, 1996)	Cylindrique + Piston	Tôle percutée	210	Non	3800	42
Râpe (Minas Gérais Brésil) (Perdrix, 1994)	Cylindrique	Lames à dents	300	Oui	2000	31
Râpe cylindrique Vietnam (Da, Dufour et al., 2006)	Cylindrique	Clous	225	Non	4400	52
Râpe-extracteur Vietnam (Da, Dufour et al., 2006)	Plateau	Clous	520	Oui	2363	48[13]

[13] Vitesse linéaire calculée aux ¾ du rayon, zone principale de râpage.

REFERENCES

Da, G., D. Dufour, C. Marouzé, Mai Le Thanh, P.A. Maréchal et Trinh Thi Phuong Loan (2006). Cassava Starch Processing at Small-Scale in North Vietnam (Hoai Duc district, Ha Tay Province). Impact of technology on efficiency and effluent management. 14th TRIENNIAL SYMPOSIUM OF INTERNATIONAL SOCIETY FOR TROPICAL ROOT CROPS, 20 - 26 November, 2006 Central Tuber Crops Research Institute, Sreekariyam, Thiruvananthapuram - 695 017, Kerala.

Manickavasagan, A. et K. Thangavel (2006). "Single Hydrocyclone for Cassava Starch Milk." AMA Vol. 37 N°1. Agricultural Mechanisation in Asia, Africa and Latin America. Tokyo. Japon.

Guesdon, C. (2002). Conception d'une ligne de production d'amidon natif de manioc. Stage de fin d'études de l'EMAC, février - juin 2002 effectué au CIRAD-Montpellier et I2T-Abidjan. Cirad-Amis n°49/2002.

Rivier, M., M.A. Moreno, F. Alarcon, R. Ruiz et D. Dufour (2001). Amidon aigre de manioc en Colombie. Tome 2, Unité de production : Description et plans des équipements.

Balagopalan, C, G Padmaja, S K Nanda et S N Moorthy (2000). Cassava in Food, Feed, and Industry. Boca Raton, Florida, CRC Press.

Bietrix, P. (1996). Procédé de fabrication de l'amidon fermenté de manioc en Côte d'Ivoire et utilisation du produit en panification I2T Abidjan / Industries agroalimentaires des régions chaudes ENSIA-SIARC Montpellier

Méot, J.M. (1996). Compte rendu de mission Brésil du 1 au 19 octobre 1996. Cirad-SAR n° 146/96.

Trim, D, S et R Marder, C (1995). "Investigations of hydrocyclones for concentration of cassava starch milk." *Starch/Stärke* 47(8): 439-449.

Vilpoux, O et E. Perdrix (1995). "Une agro-industrie rurale en mutation. La fabrication d'amidon fermenté de manioc au Brésil. Document de travail Cirad-Sar N°5."

Perdrix, E. (1994). Etudes de cas d'entreprises semi-industrielles d'amidon aigre de manioc dans l'état du minas gerais (Brésil). Industries agroalimentaires des régions chaudes. Montpellier, ENSIA-SIARC.

Outil de caractérisation d'une ligne de transformation alimentaire; cas de la production d'amidon de manioc

Tool for characterization of a food processing line; case of cassava starch production

Marouzé C.[1], Da G.[1&2]

[1] Cirad, UMR Qualisud, TA B-95/15 34980 Montpellier Cedex 5 mail : claude.marouze@cirad.fr

2 IPH, HANOI, Vietnam & ENSBANA-UB, 01, Esplanade Erasme 21000 Dijon,

Une démarche d'expérimentation rationnelle et exhaustive a été développée pour apprécier réellement l'efficacité de chaque équipement d'une ligne de production d'amidon de manioc par voie humide. Elle est indispensable pour améliorer, mettre au point chaque élément d'une ligne de transformation. Notre démarche vise à effectuer un nombre minimal de mesures pour avoir les données caractérisant tous les équipements de la chaîne tout en ayant la possibilité de recouper un certain nombre de ces données pour vérifier les mesures. Elle s'appuie sur une feuille Excel indiquant le diagramme de transformation avec les flux entrant et sortant pour chaque équipement. Chaque flux est caractérisé en débit ou quantité par batch et en qualité (humidité, % amidon, % de fibre dans le cas de la production d'amidon). Les points de mesures à effectuer sont choisis en fonction des possibilités de mesures (facilité d'accès au flux), de leur précision et des relations de bilan permettant le calcul de valeurs non mesurées. Les mesures sont plus nombreuses lors des essais préalables et selon les résultats et leurs précisions, le nombre de mesures est ensuite réduit. L'utilisation de cette méthode au Vietnam, a permis le diagnostic de trois technologies utilisées dans les villages métiers pour la production d'amidon humide.

Mots clefs : Amidon de manioc, Bilan, Equipements agroalimentaire, Expérimentation, Diagramme de transformation.

INTRODUCTION

La production d'amidon de manioc à partir des racines nécessite comme beaucoup de transformations agroalimentaires, plusieurs opérations unitaires successives : lavage épluchage, râpage, extraction, séparation, séchage. Les opérations aval dépendent beaucoup des opérations amont ; par exemple, la qualité de l'extraction doit dépendre de la granulométrie de la pulpe produite lors du râpage. Certaines opérations sont conjointes (lavage et épluchage), d'autres peuvent être réalisées par un même équipement (râpage et extraction) interdisant l'accès au produit intermédiaire. Par ailleurs, les flux sont nombreux et divers (énergie, eau, matière sous forme solide, pulpeuse ou liquide), continus ou discontinus. Il n'est donc pas possible de caractériser séparément les équipements. Autant de raisons qui requièrent une démarche d'expérimentation rationnelle qui soit exhaustive sans être trop lourde et qui permette d'apprécier réellement l'efficacité de chaque équipement afin d'améliorer ou de mettre au point chaque élément d'une ligne de transformation de petite ou moyenne capacité.

La démarche classique d'essai ou d'évaluation des matériels consiste à mesurer pour des réglages donnés de l'équipement, les flux d'entrée et de sortie. Pour un diagramme de transformation, le nombre de mesures est potentiellement multiplié par le nombre d'équipements.

L'outil de caractérisation d'un diagramme de transformation vise à effectuer un nombre minimal de mesures pour avoir les données caractérisant tous les équipements de la chaîne tout en ayant la possibilité de recouper un certain nombre de ces données pour vérifier les mesures. Elle peut s'appliquer aussi bien pour des essais en laboratoire que pour des essais en milieu réel. Il peut être utilisé

aussi bien pour un fonctionnement en batch que pour un fonctionnement en continu. Il s'appuie sur une feuille Excel montrant les diagrammes de transformation avec les flux entrant et sortant pour chaque équipement. Chaque flux est caractérisé en débit ou quantité par batch (masse, temps) et en qualité (humidité, % amidon, % de fibres dans le cas de la production d'amidon). En fonction des possibilités de mesures (facilité d'accès aux flux), de leur précision et des relations de bilan permettant le calcul de valeurs non mesurées, les points de mesures à effectuer sont choisis. Les mesures sont plus nombreuses lors des essais préalables et selon les résultats et leurs précisions, le nombre de mesures est ensuite réduit pour les essais suivants et les répétitions.

Méthode

L'expérimentation des équipements vise à réaliser des essais fonctionnels ou des essais opérationnels (Inns, 1995). Les essais fonctionnels permettent de décrire les performances d'une machine dans des conditions reproductibles et sont généralement réalisés en laboratoire. Les essais opérationnels ou essais sur le lieu de travail complètent les essais fonctionnels en mesurant "*les performances des équipements dans des conditions de travail représentatives de celles où elles doivent être utilisées*".

Il existe de nombreux protocoles d'essais pour les matériels agricoles (Smith, Sims et al., 1998). Par contre, il existe peu de protocoles pour les matériels agroalimentaires et encore moins pour les procédés de transformation. Ceci peut s'expliquer par une beaucoup plus grande diversité des matériels de transformation. Il en résulte que les résultats d'essais sont souvent incomplets et ne permettent pas d'expliquer les résultats obtenus car c'est souvent un bilan global qui est présenté dans les rapports sans une évaluation précise de chaque opération. Lors de la réalisation d'une synthèse complète de résultats, il manque trop souvent des données pour faire de comparaisons de différents procédés (Guesdon, 2002).

D'une manière générale, il est plus facile de réaliser les essais d'un matériel individuel car il est possible de mesurer toutes les entrées et les sorties (Cruz, Dramé et al., 1999). Pour une chaîne d'équipements, une des difficultés de l'expérimentation est de ne pas perturber le fonctionnement normal des équipements fonctionnant en continu par des prélèvements et d'avoir accès au produit entre les équipements. Par ailleurs, plus il y a d'équipements pour la transformation d'un produit, plus le nombre de points de mesures est important.

Avant le lancement d'une série d'essais, il est nécessaire de faire un inventaire des moyens de mesures disponibles (balance, …) en prenant soin d'avoir une précision satisfaisante des mesures.

Résultats

L'outil permet de réaliser aussi bien des essais fonctionnels que des essais opérationnels. Nous avons choisi de nous appuyer sur une feuille Excel pour rendre l'outil utilisable par tout le monde. La figure 1 représente un diagramme d'extraction de manioc dans lequel l'opération de séchage de l'amidon n'est pas représentée.

La feuille comporte dans la partie haute les références de l'essai : date, produit traité, n° de l'essai, lieu, équipement.

Pour les équipements fonctionnant en batch, il est facile de mesurer l'heure de début et de fin de l'essai ce qui permet de calculer la durée de l'essai. Pour les équipements fonctionnant en continu, l'essai doit être réalisé sur un lot important de matière première, la mesure de la durée de l'essai s'effectue de la même façon.

Les opérations unitaires de transformation sont présentées dans une cellule à fond rouge avec un double cadre noir. Les flèches indiquent les flux de produits. Les légendes pour les produits initiaux, intermédiaires et finaux du procédé sont dans des cellules sur fond vert entouré d'un cadre noir. Les intrants nécessaires au procédé sont dans des cellules sur un fond bleu clair.

Les cellules en dessous des produits sont utilisées pour les données suivantes :

- Cel. D15 et suivantes, référence du produit (celle utilisée pour les échantillons avec les indications de n° d'essai, de date et d'heure) / masse du produit / unité,

- Cel. D16 et suivantes, Humidité du produit (exprimée par rapport à la matière sèche pour faciliter les calculs).
- Cel. D17 et suivantes, quantité de matière sèche exprimée en % du produit,
- Cel. D19 et suivantes, Amidon / masse en kg / unité,
- D'autres données peuvent être exprimées comme la densité des racines épluchées (Cel. D 18),
- Une colonne de cellules à droite (G 15 à 19) est réservée à d'éventuels commentaires ou notes du responsable de l'essai.

Pour les données, le code de couleur du fond d'écran indique la nature de la mesure :

- Fond jaune : valeurs mesurées directement lors de l'essai (masses, volumes, densité),
- Fond bleu : valeurs obtenues suite à une analyse en laboratoire (humidité, teneur en amidon, en fibres),
- Fond orange : valeurs calculées à partir uniquement de valeurs mesurées ou analysées
- Fond rouge : valeurs calculées à partir d'au moins une donnée calculée.

L'élaboration de la feuille commence par la mise en place des opérations, des produits intermédiaires, des inputs et des flux. On prend soin de bien vérifier le nombre de sorties de chaque équipement et la possibilité d'avoir des pertes de produits. Ensuite, il est fait l'inventaire des points de mesures possibles (directes ou par analyse) : exemple, masse de racines brutes (cel. F15), Humidité des racines brutes (cel. E16) et densité des racines (cel. E18). Enfin, les équations de bilan permettent de calculer d'autres valeurs : la quantité de matière perdue au râpage est égale à la différence entre la masse de racines épluchées et la masse de pulpe sortant de la râpe. Il est ainsi possible de vérifier par le calcul la cohérence des résultats. Le calcul montre que la quantité perdue est relativement faible (20 kg par rapport à 1065 kg soit moins de 2 % ce qui s'explique par l'incertitude des mesures et les prélèvements pour échantillon. Cette valeur pourra par la suite être considérée comme nulle ce qui implique que la masse de pulpe est considérée égale à la masse de racines épluchées. Une des deux mesures n'est donc plus nécessaire.

En effet, s'il est nécessaire d'avoir quelques valeurs permettant de vérifier la cohérence ou la précision des mesures, il ne faut pas en avoir trop car cela impose de multiplier le nombre de points de mesure.

L'outil donne ainsi un résultat caractérisant le procédé de transformation avec le rendement d'amidon obtenu par rapport à la quantité de racines brutes (25%, cel. G56) mais aussi toutes les données intermédiaires.

Discussion

La réalisation d'une telle feuille peut paraître rébarbative au premier abord. Elle n'en reste pas moins indispensable pour conduire de façon rationnelle un essai. C'est un investissement temps lors de la préparation de l'essai qui est largement récupéré lors de la réalisation des essais et de l'analyse des résultats. Elle permet aussi de respecter une règle fondamentale dans la conduite des essais qui est de vérifier la cohérence des données le plus tôt possible au plus tard dès la fin de l'essai. Certaines données telles que l'humidité des produits, la concentration ne sont pas disponibles sitôt l'essai terminé, elles sont donc reportées dès qu'elles sont disponibles. Les autres feuilles Excel du fichier peuvent être utilisées pour la saisie des données brutes (quantités pesées, temps de travaux, etc.) et pour leurs calculs intermédiaires.

Lors des essais préalables d'une chaîne d'équipements, l'élaboration de cet outil oblige à une réflexion et une sélection les points de mesures car il n'est pas possible de mesurer et d'analyser tous les flux. Il est souhaitable de construire la feuille Excel pour qu'elle puisse être imprimée sur une feuille A4 ce qui permet d'avoir une vue globale du diagramme. Dans la pratique, les feuilles de saisie sont préparées avant l'essai (feuilles sans les données) et utilisées pour le report manuel de toutes les données de l'essai. Ces feuilles sont ensuite collées dans le cahier de laboratoire. Ces données sont retranscrites le plus rapidement possible dans le fichier Excel. Pour chaque opération unitaire, les détails des pesées, des temps de travaux et de la main d'œuvre requise, ainsi que les mesures physiques (matière sèche, densité) peuvent être reportées dans le même fichier Excel sur différentes feuilles (onglets) et ainsi être liées à la feuille principale telle que celle présentée figure 1.

Il est nécessaire de veiller à la bonne précision des mesures. Les masses doivent être mesurées avec une balance choisie en fonction de la précision de mesure. La mesure d'humidité faîte avec trois mesures différentes est précise si l'échantillon est réellement représentatif de la masse de produit. Une de difficulté est d'avoir une bonne représentativité des échantillons en particulier pour les échantillons pulpeux ou liquides (lait d'amidon, eaux chargées) qui subissent une forte variation de concentration durant un batch.

Il est nécessaire de mettre en place une procédure en fonction de l'objectif recherché. L'homogénéisation du lot est une possibilité mais elle n'est pas facile à mettre en oeuvre. S'il on cherche à avoir la quantité de matière présente dans le liquide s'écoulant, il est possible de prendre un échantillon durant une durée déterminée de la totalité du flux et à intervalle de temps constant. Si l'on veut connaître la concentration d'un liquide au cours d'un batch, l'échantillonnage sera plus facile en prenant un échantillon de volume constant à intervalle de temps constant. Pour le lait d'amidon des râpes-extracteurs de type vietnamien (batch de 4 minutes), une prise de 500 ml a été effectuée toutes les 15 secondes.

Pour les racines entières ou lavées, l'échantillonnage est réalisé sur 4 kilogrammes de racines choisies au hasard dans le tas contre 2 kg environ pour la pulpe et les fibres qui sont plus homogènes. La quantité de lait d'amidon est mesurée par le calcul du volume dans la cuve car il est impossible de la peser. Une mesure de densité moyenne du lait permet de calculer le poids du lait d'amidon.

La précision des valeurs calculées dépend de la précision des valeurs mesurées sauf erreur dans les formules ; il convient donc de les vérifier. Les calculs par différence (par exemple, la perte de produit souvent calculée par la différence entre le produit entrant et le (ou les) produit sortant) sont par nature *imprécis* à cause des incertitudes additionnées rapportées aux valeurs soustraites.

Lors de la mise au point de cette méthode, de nombreux points de mesure ont été réalisés mais les points suivants n'ont pas été retenus dans les essais systématiques car ils étaient approximatifs ou difficiles à mettre en oeuvre, à savoir : le poids des déchets du lavage des racines entières (difficile à évaluer, car une partie de la terre est entraînée avec l'eau de lavage), le poids des voiles (assurant le ressuyage de l'amidon humide) avant et après ressuyage en bac, le poids des amidons avant ressuyage sur brique.

Lors des essai systématiques, les mesures et les échantillonnages ont été réalisés sur les racines entières et lavées, la pulpe, les fibres, et l'amidon final produit (ces points de mesure correspondent aux flèches bleues de la figure 2), l'eau entrante au niveau de la laveuse et des extracteurs (compteurs sur la figure 2) et le volume du lait d'amidon (flèche noire de la figure 2). Les quantités d'épluchures ont donc été calculées, ainsi que les pertes lors des étapes intermédiaires. Dans ces essais, étant donné le mode de râpage employé (à sec), la pulpe a été pesée plutôt que les racines lavées, pour lesquelles les erreurs de pesées sont plus fréquentes.

Les équations de bilan s'appliquent aussi bien sur les masses totales de produits entrant et sortant d'une machine, que sur la matière sèche et sur la quantité d'amidon. Pour l'opération d'extraction, la masse de pulpe et d'eau entrant dans l'extracteur est égale à la masse de produit sortant (lait d'amidon + fibres + masse des pertes). La perte en masse peut donc être calculée par soustraction. La valeur trouvée (calcul des cellules "*=E34+K40-E44-K44*") de -10 kg ce qui est faible. Il en est de même pour la matière sèche (calcul des cellules "*=E36-E46-K46*").

Lors du diagnostic des petites unités de production d'amidon de manioc au Vietnam, le lot de racines initial (conditions initiales équivalentes : temps depuis la récolte, variétés, etc.) a été divisé en trois lots (figure 3). L'expérimentation de chacun des trois procédés (A, B et C) a été réalisé 3 fois. Les mesures et échantillonnages ont été réalisés comme indiqué à la figure 2.

Conclusion

Cet outil a montré tout son intérêt lors des essais de caractérisation de différentes chaînes de production d'amidon de manioc au Nord du Vietnam, c'est-à-dire sur des unités de petites et moyennes capacités. Les résultats sommairement présentés au tableau 1 montrent que l'efficacité des trois types d'extracteur est peu différente avec un écart type faible. Les écarts sont plus importants sur la quantité de fibres produites et sur la quantité d'eau consommées.

Il est aussi possible d'utiliser cet outil dans le cas d'unités industrielles à condition de gérer le recyclage de produits.

Tab. 1 : Résultats des essais de caractérisation de production d'amidon à Cat Que (Vietnam) (Da, 2006).

	Type A	Type B	Type C
Quantité d'amidon produit par 100 kg de MS de racines lavées (kg)	64.2 ± 3.0	62.5 ± 0.8	63.9 ± 0.9
Quantité de fibres par 100 kg de MS de racines lavées (kg)	21.6 ± 1.7	20.7 ± 0.3	14.2 ± 0.4
Quantité d'eau consommée par 100kg d'amidon sec (L)	16.8 ± 2.4	13.6 ± 2.3	21.9 ± 1.4


Photo 1 : Essai de la râpe -extracteur au Vietnam

Références

Da, G., D. Dufour, C. Marouzé, Mai Le Thanh, P.A. Maréchal et Trinh Thi Phuong Loan (2006). Cassava Starch Processing at Small-Scale in North Vietnam (Hoai Duc district, Ha Tay Province). Impact of technology on efficiency and effluent management. 14th TRIENNIAL SYMPOSIUM OF INTERNATIONAL SOCIETY FOR TROPICAL ROOT CROPS, 20 - 26 November, 2006 Central Tuber Crops Research Institute, Sreekariyam, Thiruvananthapuram - 695 017, Kerala.

Cruz, J.F., D. Dramé, C. Marouzé et G. Son (1999). Projet CFC/ICG - (FIGG/02) Amélioration des Technologies Post-récolte du Fonio CIRAD-IER-IRAG-IRSAT. Compte rendu de l'atelier Méthodes de conception d'équipements et protocoles d'essais. Ouagadougou du 08 au 12 novembre. Novembre 1999.

Smith, D.W., B.G. Sims et D.H. O'Neill, Eds. (1998). Sélection et évaluation des équipements et machines agricoles. Principes et application. Bulletin des services agricoles de la FAO, 110. FAO, Rome.

Inns, F.M., Ed. (1995). Sélection, essais et évaluation de machines et équipements agricoles. Théorie. Service du génie rural, Division des systèmes de soutien à l'agriculture. Bulletin des services agricoles de la FAO, 115. FAO, Rome.

Guesdon, C. (2002). Conception d'une ligne de production d'amidon natif de manioc. Stage de fin d'études de l'EMAC, février - juin 2002 effectué au CIRAD-Montpellier et chez I2T-Abidjan. Cirad-Amis n°49/2002

Figure 1 : Exemple de feuille principale Excel de l'outil de caractérisation d'une ligne de transformation, application à l'extraction d'amidon.

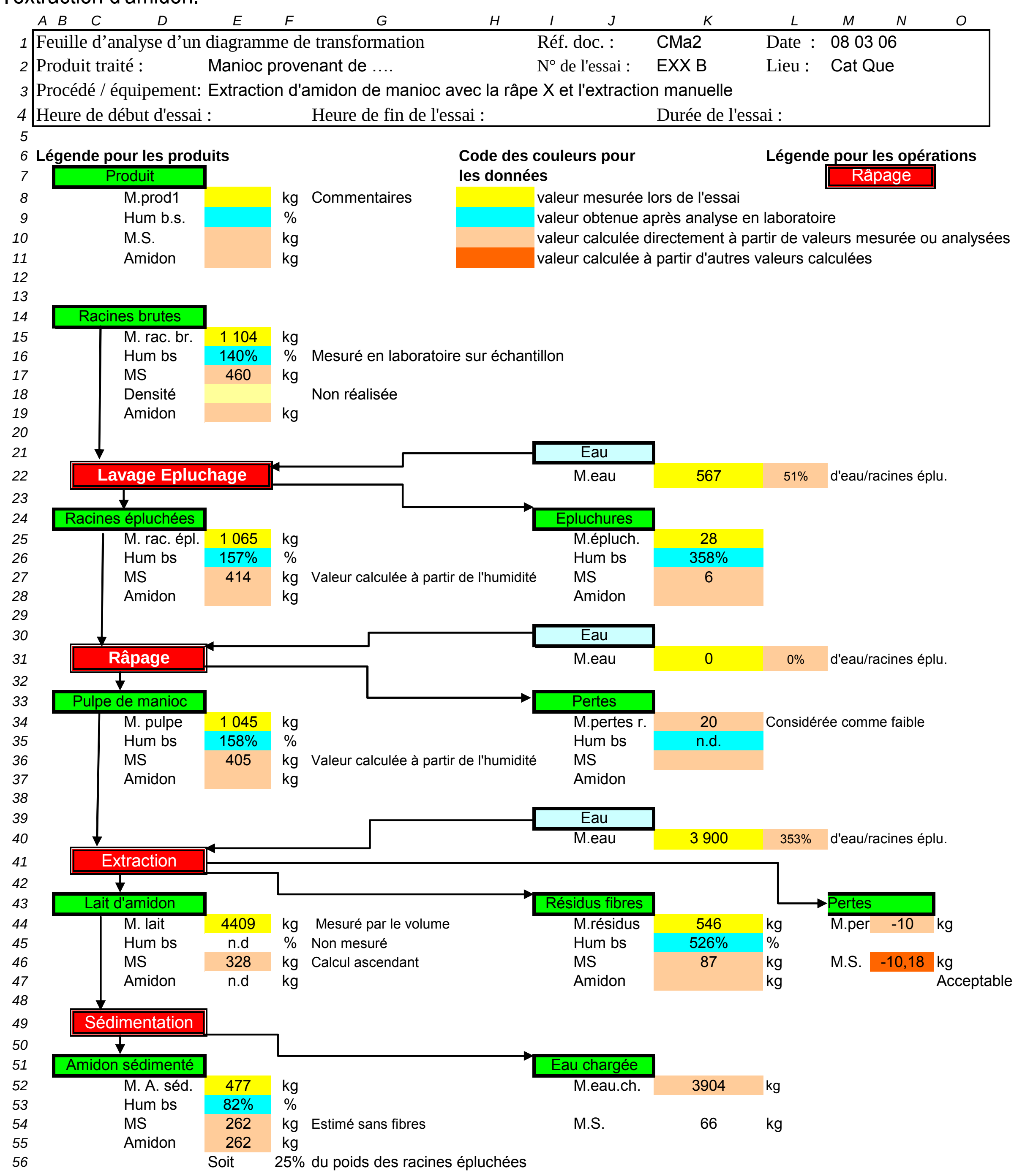


Figure 2. : Schéma des prises de mesure et d'échantillons pour la comparaison des technologies d'extraction d'amidon de manioc dans les villages métiers du delta du fleuve rouge au Vietnam

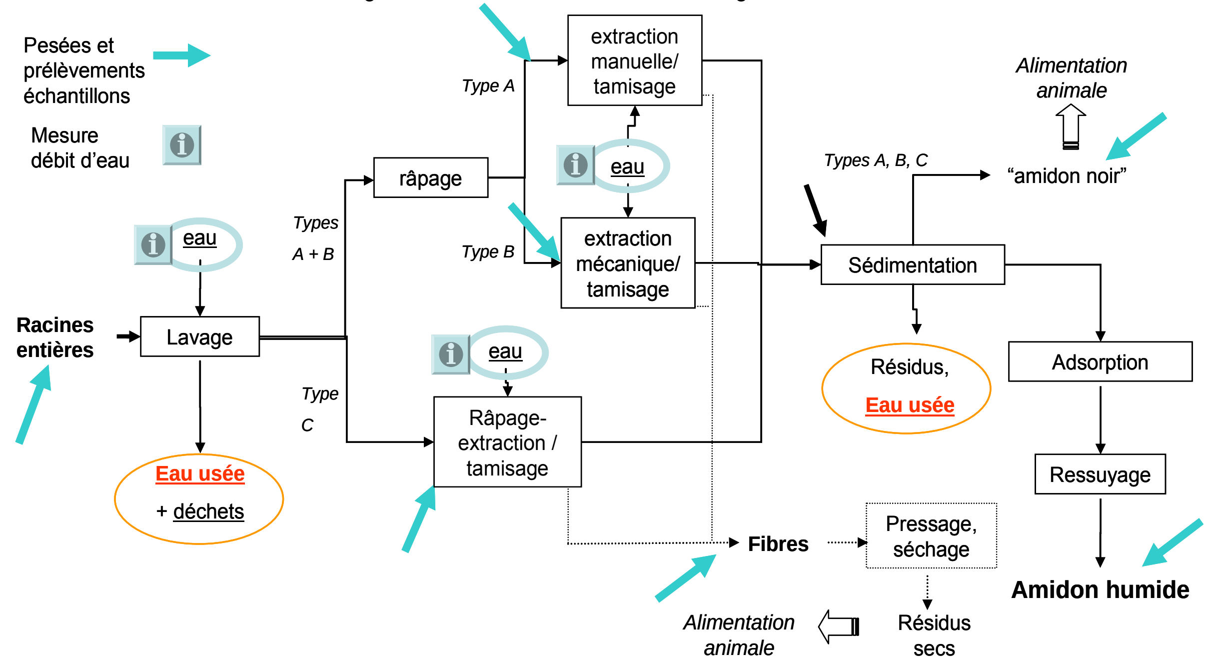
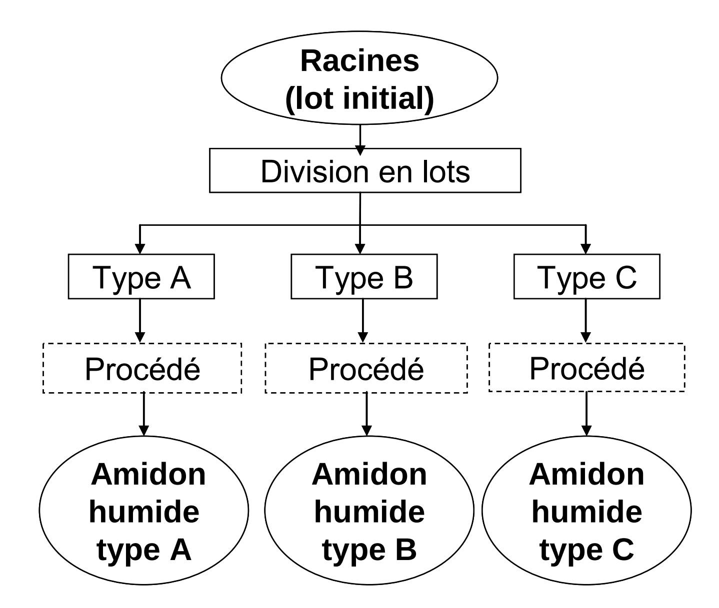


Figure 3. : Protocole de séparation des lots pour la comparaison des trois technologies



Vulgarisation d'une râpe à manioc motorisée

Popularization of a motorized grater for cassava

Kodjo TETEVI,
Ingénieur Agronome
de l'Institut Togolais de Recherche Agronomique
E-mail : itra@cafe.tg

Kossi SEDZRO,
Agroéconomiste
Groupement GADIS
E-mail : kamsedzro@yahoo.com

RESUME

Le manioc est l'un des produits alimentaires de base au Togo. Sa production annuelle est de l'ordre de 450.000 tonnes dont 80 % est transformée en gari. Les étapes de la transformation comprennent l'épluchage des racines récoltées, le lavage, le râpage, la fermentation, le pressage, le séchage sommaire, un premier tamisage, la cuisson- séchage (ou garification) et un dernier tamisage du produit, le gari.

De toutes ces opérations, la plus pénible est le râpage. La râpe manuelle traditionnelle permet aux femmes de râper au plus 30 kg de racines épluchées par heure. Pour réduire la pénibilité de cette opération, la recherche agronomique au Togo a développé la râpe à manioc motorisée sur roues. Introduite dans une localité (village de Wogba) au Sud Est du Togo, cette râpe pouvant traiter 970 kg de manioc par heure a servi en 12 mois 1600 femmes et râpe 336 tonnes dans un rayon de 10 km autour du village et les femmes concernées ont été ainsi libérées de 10.850 heures de râpage manuel.

L'évaluation de ce premier prototype avait conduit à mettre au point un modèle pouvant être tiré avec un vélomoteur mais l'étroitesse des pistes de village n'a pas favorisé son utilisation. Mais la forte demande en râpage du manioc a poussé les ferrailleurs et les ajusteurs du milieu à se lancer dans la fabrication d'un modèle réduit de la râpe motorisée transportable sur bicyclette. La vulgarisation de la râpe motorisée s'est ainsi accélérée au point d'entraîner plusieurs autres acteurs dans la filière de transformation du manioc.

Mots clés : Manioc, râpe manuelle, gari, râpe à manioc, vulgarisation de la râpe.

1- INTRODUCTION

Le manioc (Manihot esculenta Crantz) est l'un des produits d'alimentation de base au Togo après le maïs, le sorgho et l'igname. Sa production varie entre 400.000 tonnes et 500.000 tonnes de racines fraîches par an. La production est concentrée essentiellement dans la moitié sud du pays. Il est consommé sous forme transformée en gari (80 % environ de la production) cosettes séchasses, tapioca et sous forme de racines cuite à l'eau. La transformation du manioc en gari est essentiellement le travail des femmes.

La transformation du manioc en gari comporte les opérations qui sont : l'épluchage des racines récoltées, le lavage, le râpage, la mise en fermentation, le pressage, le séchage sommaire, le tamisage, l'opération simultanée de cuisson – séchage (appelée garification) et le tamisage final.

De toutes ces opérations, la phase de râpage est la plus pénible, celle qui prend à la femme plus d'énergie et de temps. Le râpage est souvent manuel et s'effectue sur les lieux même de récolte du manioc. On trouve cependant, dans certains villages des râpes mécaniques couplées avec le moteur du moulin à main. Pour y accéder, les femmes sont obligées de parcourir jusqu'à 5 km transportant sur la tête les racines épluchées.

Pour éviter à la femme cette double corvée : râpage manuel pénible et transport sur la tête et sur de longues distances du manioc épluché, la recherche agronomique a développé la râpe motorisée mobile sur roues. Le test en milieu réel du premier prototype de cette râpe a permis de l'améliorer au fil des ans (de 1997 à 2002) et son succès a été tel qu'elle s'est diffusée au point d'atteindre toutes les zones de production du manioc du Togo et de mobilier plusieurs acteurs dans la filière de transformation du manioc.

2- MATERIELS ET METHODES

2.1- La râpe manuelle traditionnelle

C'est un instrument composé d'une planchette sur laquelle est fixé un morceau de tôle perforée par endroits. Le râpage est obtenu par frottement de la racine de manioc sur les aspérités de la tôle. Pour cela, l'opération doit se maintenir dans la position courbée, les deux bras effectuant des mouvements de va-et-vient le long de la râpe dont le tout repose dans un récipient et constamment appuyée sur les deux jambes de l'opératrice. (Fig. 1)



__Fig 1__ : Opération de râpage avec la râpe manuelle traditionnelle.

2.2- La râpe motorisée mobile

La pièce maîtresse de toute râpe motorisée est le tambour cylindrique à la surface duquel sont fixées des lames en dents de scie. Ce système aurait été inventé en 1952 au Nigeria. Le prototype concernée par la présente étude a été conçu en 1996 par l'INCV* (actuel ITRA**) dans les ateliers des Etablissements ATADEGNON en collaboration avec l'ENSI***.

Ce premier prototype est composé d'une trémie (bac de réception des racines à râper) de 52 cm de côté à l'ouverture supérieure et 27 cm de côté à la base où est fixé le tambour ; le tambour est fait en bois traité à l'huile bouillie. Un système de graissage des roulements est mis en place au niveau des paliers. Une poulie à deux gorges relie grâce à la courroie de transmission reliant le moteur au tambour. Le système est monté sur quatre roues avec un pivot de guidage. (Fig. 2)



Figure. 2 : La râpe motorisée sur roues

----
* INCV : Institut National des Cultures Vivrières du Togo
** ITRA : Institut Togolais de Recherche Agronomique
*** ENSI : Ecole Nationale Supérieure des Ingénieurs (Université de Lomé)

Le déplacement de la râpe d'un champ de manioc à un autre se fait par traction par deux personnes, l'une tirant par devant, l'autre poussant par derrière. Le système fonctionne à l'aide d'un moteur à essence d'une puissance électrique de 15 watts (6 V – 8 V) et une vitesse de rotation de 1.500 tours/minutes et pesant 21,5 kg.

2.3- Méthodes de vulgarisation

Deux unités de la râpe ont été fabriquées au départ. Après les tests en station de recherche, elles ont été remises à deux groupements de production et de transformation du manioc :

- Le groupement d'action pour le développement (GAD) dans la localité de Wogba comprenant neuf femmes et trois hommes.

- Le groupement féminin dans la localité de wli.

Les structures d'encadrement dont la DRDR* Maritime et plus tard l'ICAT** et l'ONG Self Helpt Initiative ont suivi les activités des groupements sur le terrain.

Un manuel d'utilisation de la râpe a été mis à la disposition des groupements et des formations ont été régulièrement organisées à leur intention. Des formulaires de collecte d'information sur les activités quotidiennes ont servi pour le suivi. Des corrections ont été apportées à la machine au fur et à mesure que les défauts étaient signalés. Une évaluation semestrielle des activités étai faite en présence de tous les partenaires impliqués.

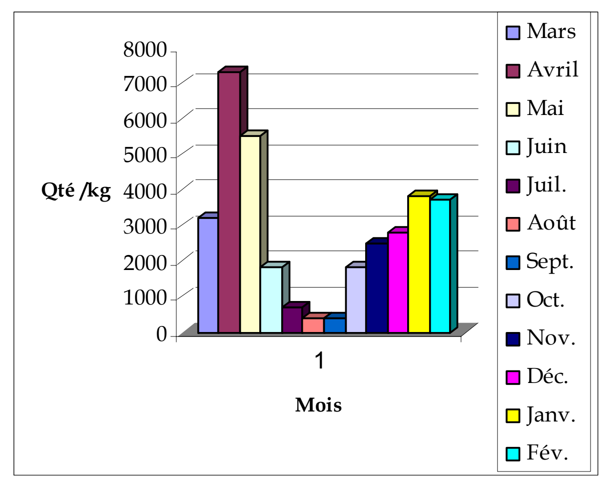
3- RESULTATS ET DISCUSSIONS

La performance de la râpe motorisée a été remarquable avec le groupement GAD, un groupement composé de 9 femmes et 3 hommes, tandis que le groupement féminin n'a pas su tirer avantage de la râpe pour cause de mauvaise gestion et de faible réceptivité.

Le groupement GAD s'est servi de la râpe non seulement pour ses propres besoins (fig. 3) mais s'en est servi pour faire de la prestation de service dans un rayon de 10 km autour de son village. Ainsi 1600 femmes transformatrices ont été servies en un an et 336 tonnes de racines de manioc ont été râpées. (Fig 3 : Diagramme à Bâton)

----
* DRDR : Direction Régionale du Développement Rural
** ICAT : Institut de Conseil et d'Appui Technique

Figure. 3 : Diagramme en bâton : *Evolution de la quantité de manioc transformé par le Groupement GAD de Mars 1996 à Février 1997.*



Sur la base du temps consacré au râpage manuel la râpe a permis de libérer les femmes concernées de 10850 heures de travail pénible. Grâce aux services de la râpe motorisée, la femme est passée d'une opération de transformation à deux opérations par semaine, la râpe motorisée pouvant râper 960 kg/heure de racines contre 30 kg/heure pour la râpe manuelle.

Les difficultés de traction de la râpe de champ en champ avaient conduit la recherche à concevoir un prototype pouvant être tractée avec un vélomoteur. (Fig. 2) Cependant, l'étroitesse des sentiers reliant les champs n'a pas favorisé son utilisation.

Le succès des prestations avec la râpe motorisée avait entraîné une forte demande venant des femmes des localités environnantes à tel point que la râpe travaillait parfois 18 h sur 24.

Pour répondre à cette forte demande, les ferrailleurs et ajusteurs de la ville voisine de Vogan se sont mis à reproduire la râpe motorisée et en ont fait un prototype réduit transportable sur bicyclette. (Fig. 4)



Figure. 4 : Production en série du prototype réduit de la râpe motorisée par les ferrailleurs et ajusteurs-tourneurs.

Pour la seule année 2002, plus de 300 râpes motorisées sur vélo ont été fabriquées par quatre ferrailleurs de Vogan. De nouveaux acteurs sont apparus dans la filière de transformation du manioc qui a commencé se structure autour de l'opération de râpage.

4- CONCLUSION

La recherche de solutions aux difficultés des femmes impliquées dans la transformation du manioc a entraîné le développement de partenariat et l'émergence de nouveaux acteurs dans la filière de transformation du manioc.

La vulgarisation de la râpe motorisée a non seulement libéré la femme mais aussi créé des emplois en milieu rural (des jeunes sans emplois sont devenus des exploitants de râpes) et un accroissement de la production et de la transformation du manioc. Le succès de la râpe motorisée est la preuve qu'une technologie, lorsqu'elle est approprié s'autodiffuse.

REFERENCES

*TETEVI K., 1991 la transformation du manioc en gari. Actes de l'Atelier FONGTO sur les technologies appropriées
Lomé-Togo, Juin 1991.*

TETEVI K., SEDZRO K. M., 1991 : la Filière Manioc au Togo Actes du séminaire FAO Formation à l'analyse des politiques alimentaires et agraires, 1991.

TETEVI K. 1994 : Projet d'Assistance Préparatoire : stratégie agricole pour la sécurité alimentaire en Afrique francophone. Togo – Rapport de consultation pour le compte de l'UNIFEM, Octobre 1994, 114 pages.

TETEVI K, SEDZRO K. M. 2002. Transformation du manioc quand une technologie se diffuse d'elle-même : revue itra-actualités n° 000 – Octobre 2002. Page 4.

Optimisation du semoulage de la pâte de manioc fermentée (*Manihot esculenta* CRANTZ) au moyen d'un semouleur semi-industriel (SSI)

Optimization of the semolina production from mashed cassava (Manihot esculenta CRANTZ*) fermented by means of a semi-industrial granulator (SSI)*

Pierre Martial T AKELY[1]. ; Georges N. AMANI[1]; Charlemagne NINDJIN [2] ; Ouezou AZOUMA[3] ; Marcel KOUASSI[4]

[1]Unité de Formation et de Recherche en Sciences et Technologie des Aliments. Laboratoire de Biochimie et Technologie des Aliments. Université d'Abobo-Adjamé 02 BP 801 Abidjan 02- Côte d'Ivoire
[2]Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire 01 BP 1303 Abidjan 01-Côte d'Ivoire
[3] Ecole Supérieure d'Agronomie, Département de Génie Rural et Machinisme ; Université de Lomé BP 1515 Lomé (Togo)
[4]Technologie et Développement d'Afrique 02 BP 1089 Abidjan 02- Côte d'Ivoire.

Le but de l'étude est l'optimisation du semoulage de la pâte de manioc fermentée au cours de la fabrication de l'attiéké au moyen d'un semouleur semi industriel (SSI) de fabrication locale. Le semouleur est constitué d'une trémie d'alimentation manuelle en inox cubique de dimension (250X250 mm) reliée à un vis transporteur à acheminement horizontal, d'une chambre de semoulage constitué d'un tambour en inox de longueur 900 mm et de diamètre 300 mm muni de 4 palles rotatives en téflon et une trémie de sortie du produit et enfin d'un moteur électrique de puissance 2,2 KW à une vitesse de rotation de 1500 tr/min. Le semouleur a une capacité de 250-300 kg de semoule par heure pour une consommation énergétique de 1 KW/h. Les essais en vue d'atteindre cet objectif ont porté sur quatre paramètres dont la durée de fermentation, le taux d'incorporation du ferment, la teneur en eau de la pâte de manioc et l'inclinaison de l'angle du tambour du semouleur semi industriel (SSI). Les résultats en comparaison des semoules standards d'attiéké local pris comme référence, montrent que l'angle de déviation optimal du semouleur est de 30,21°, pour un taux d'humidité de 50% de la pâte fermentée incorporée à 8% de ferment et dont la durée de fermentation est de 24 heures. Cette mécanisation de l'opération de granulation de la pâte de manioc à attiéké permet de rentabiliser cette étape technologique et minimise ainsi la pénibilité de l'opération de fabrication de l'attiéké.

Mots clés :Manioc ; semoule ; semouleur ; semi industriel

1 INTRODUCTION

L'attiéké est une semoule de manioc fermenté cuite à la vapeur d'eau à partir de la pâte fraîche après les opérations unitaires d'épluchage, lavage, broyage, fermentation pressage, émiettage tamisage, vannage cuisson [1] ; [2]. Ces opérations sont suffisamment décrites par des auteurs, tel que [5]. Cependant, dans le processus de fabrication artisanale de l'attiéké, différentes étapes technologiques se manifestent par un contrôle empirique des opérations unitaires de préparation de l'attiéké, parmi ces étapes, la phase de semoulage ou granulation de la pâte de manioc fermentée. Généralement le semoulage se fait manuellement par pressage rotatif sur la pulpe après pressage sur des tamis en fibres artisanales posés sur des cuvettes. Cette opération ne permette pas de garantir la qualité standard du produit fini. Afin, d'améliorer cette étape technologique en vue de la stabilité de l'attiéké, un semouleur semi industriel (SSI) a été utilisé. Les essais en vue d'optimiser le semoulage ont porté sur quatre paramètres dont la durée de fermentation, le taux d'incorporation du ferment, la teneur en eau de la pâte de manioc et l'inclinaison de l'angle du tambour du semouleur semi industriel (SSI) de la pâte de manioc fermentée.

2 MATERIEL ET METHODES

2 1 Les racines tubéreuses de manioc

Racines tubéreuses de manioc, fraîches et saines de variété Improve Africa Cassava (IAC) ont été obtenues dans les cultures expérimentale de manioc de l'Université d'Abobo-adjamé. Elles ont constitué l'essentiel des matières premières utilisées pour le semoulage.

2 2 Préparation des matières premières

Les racines tubéreuses de manioc fraîches et saines sont d'abord, épluchées, lavées à l'eau et découpées en petits morceaux. Puis, elles sont broyées par un broyeur à marteaux électrique (10CV 1500 tr/*mN*, Côte d'Ivoire) équipé de grilles de 2mm de diamètre. Après 24 heures de fermentation de la mouture, la pâte est ensuite, pressée ou essorée au moyen dune presse à vis (model, sans fin). Puis émiettée, tamisée au semouleur (model A1, Côte d'Ivoire), séchée à l'étuve (ECOCELL 111 ; 45°C pendant 24min) pour le calibrage des semoules de la pulpe fermentée.

2 3 Semoulage

Un granulateur semi industriel en acier inoxydable (model A1, Côte d'Ivoire) de 1500 mm de longueur, 650 mm de largeur, de 1250 mm de hauteur de capacité du moteur 250–300kg/h, vitesse du moteur 1500 tour/min et de vitesse de travail de l'axe central 750tour/min. 3000g de pâte de manioc ont été fractionnées en 4 parts égales de 1100 ±100g chacune. Chaque fraction est semoulée d'abord en fonction de la teneur en eau de la pâte de manioc fermentée, de 40, à 60% d'humidité à l'inclinaison 30,68°C et un taux d'incorporation de ferment à 8%. Puis, en fonction de la durée de fermentation du magnan à incoporer dans la pâte de manioc de 12 à 72 heures à l'inclinaison 30,68°C et un taux d'incorporation de ferment à 8%. Ensuite, en fonction du taux d'incorporation du magnan de 4 à 12%. La mouture correspondant est semoulée à un taux d'incorporation de ferment à 8%, à l'inclinaison 30,68°C. Enfin, en fonction de l'inclinaison du semouleur dont les angles varient de 26°31 à 37°56 pour une teneur en eau à 50%, une durée de fermentation de 24h du ferment préparé et incorporation à un taux 8%.

2 4 Détermination de la teneur en eau

Le produit frais (0,9g) est étalé en couche mince dans l'humidimètre (model scaltec). La lecture du pourcentage d'humidité du produit frais se fait directement à l'écran après déshydratation totale du produit pendant une durée de 15 minutes. Le pourcentage d'humidité est la moyenne de trois essais.

2 5 Mesure de la granulométrie

La mesure de la granulométrie est déterminée par le principe du Plansichter [3]. 100g de semoule préalablement séchée à l'étuve pendant 24 heures à 45°C sont placés au sommet d'un tamiseur vibrant (D 407-020) muni de 16 tamis superposés dans l'ordre décroissant des mailles (5 à 0,063mm). Une mise sous tension du granulométre anime simultanément les tamis en mouvements ellipsoïdaux durant 15min. Les grains sont recueillis, en fonction du diamètre des tamis. Chaque courbe granulométrique est la moyenne de 3 répétitions.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

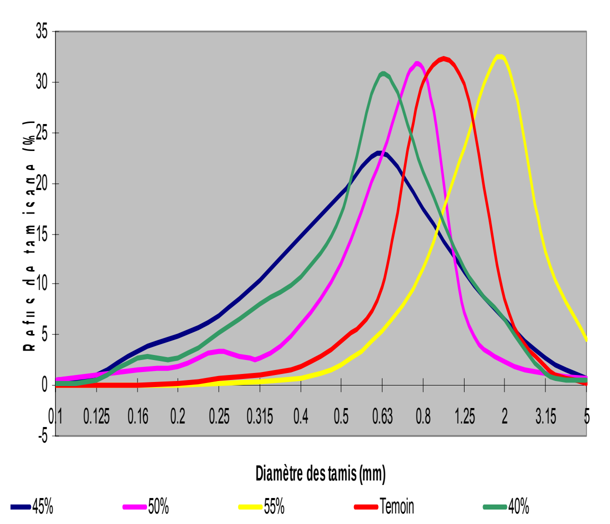


Figure 1 : influence des différentes teneurs en eau sur le semoulage

La taille des grains obtenus varie en fonction de la teneur en eau de la pulpe. Pour 40-45% d'humidité, la taille des grains obtenus au granulateur est de 0,4 et 0,63mm. Les semoules obtenues sont très fines par rapport au standard de diamètre compris entre 0,8 et 1,25mm. La teneur en eau de la pulpe étant très basse, l'augmentation de la matière sèche entraîne une mauvaise granulométrie de la pulpe de manioc fermenté [1]. Par contre, à 50% d'humidité, la taille des grains est proche de l'attiéké standard. Le pic de semoule à cette teneur est compris entre 0,63 à 0,8mm. La teneur en eau serait très appropriée [9] et faciliterait une bonne granulation au semouleur. Cette observation a été faite également par [2]. Par contre, à 55% d'humidité et plus, la granulation est grossière du fait de la teneur en eau est très élevée. Dans ces conditions la totalité des grains ont un diamètre de grosse taille comprise entre 2 et 5mm. Les semoules obtenues en fonction de la teneur en eau montrent qu'il existe 3 types de grains selon le pourcentage d'humidité. La pulpe de 40% et 45% d'humidité donne en majorité des semoules de très petites tailles c'est à dire de taille comprise entre 0,4 et 1,25mm.Celles de 55% d'humidité et plus donne des semoules de très grosse taille comprise entre 1,25 et 5mm, Le pourcentage correspondant à 50% d'humidité permet d'obtenir un optimum de grains de taille moyenne comparable à aux semoules standards

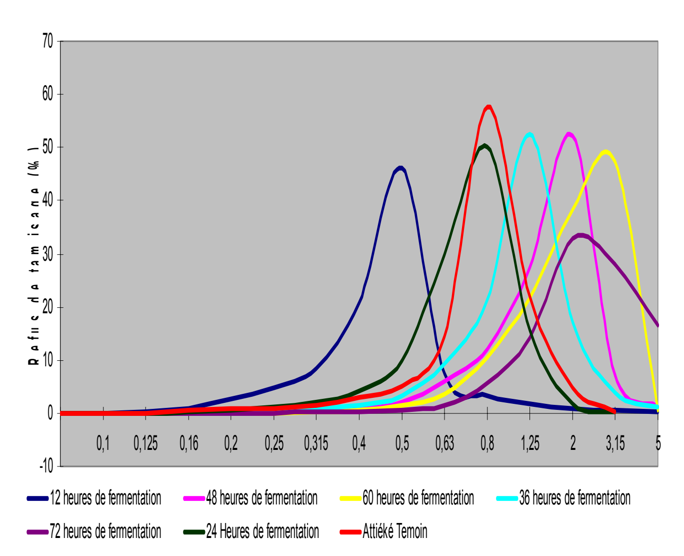


Figure 2 : Influence des différentes durées de fermentation du ferment sur le semoulage

En fonction de la durée de fermentation du ferment, trois types de semoules sont observables à la granulométrie par rapport au standard. Ainsi, pour une durée 12h de fermentation, les semoules sont de petites tailles comprises entre 0,32 et 0,63 mm avec un optimum de 0,4 mm cela pourrait s'expliquer par une faible activité fermentaire responssable de la mauvaise texture des semoules [6]. Cependant, avec des ferments de durées de 24h et 36h, les semoules obtenues se repartissent sensiblement de chaque côté du standard avec des semoules de diamètres respectivement compris entre 0,63-1,25mm et 0,8-2mm. La majorité des grains sont semblables au standard. Cela permet d'observer que les durées de 24 et 36h sont optimales pour la granulation de la mouture de la pâte de manioc fermentée [11]. Une flore microbiologique optimale pourrait expliquer une activité optimale adéquate responsable sur la texture des semoules. Tandis que, les semoules de ferments de 48, 60 et 72h de fermentation permettent d'obtenir des grains de textures grossières respectivement compris entre 1,25-2mm, 2-3mm et 2-5mm. Par ailleurs ces fermentations pourraient être à l'origine d'une mauvaise granulation Les microorganismes seraient produits de façon abondante ce qui entraîne une surcharge pondérale additionnée d'une activité dégradante et intense de l'amidon de la mouture à semoulée [6]. La durée de fermentation du ferment ou magnan est l'un des paramètres le plus important dans la production de semoule d'attiéké. Ainsi donc pour obtenir des

semoules de meilleure texture, la durée de magnan ou ferment doit être optimale et compris entre 24 et 36 heures, auquel cas la mouture ne permette pas d'obtenir des semoules de bonne granulométrie [7] ; [8].

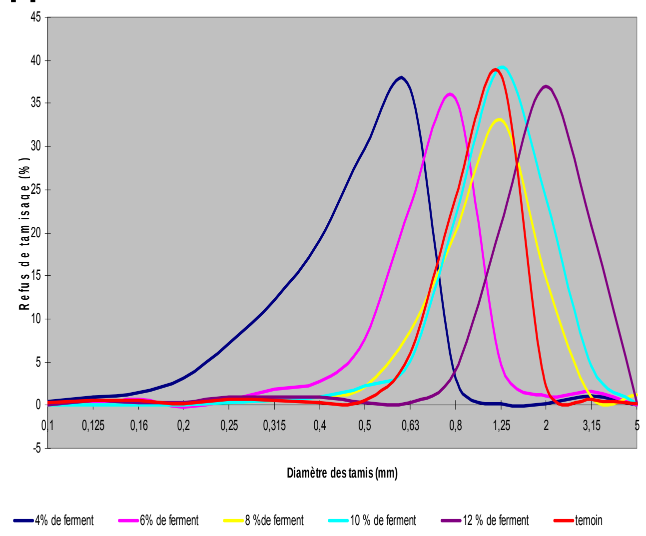


Figure 3 Influence des différents taux du ferment sur Semoulage.

Le taux de ferment ou magnan influence la texture des semoules des grains des pâtes de manioc fermentée au cours du semoulage. Aussi, pour les taux de 4% et 6% d'incorporation, le semoulage de la mouture fermentée présente des grains de diamètre fin compris respectivement entre 0,2-0,8mm et 0,3-1,25mm. Cela pourrait s'expliquer par l'addition d'un taux de ferment moins élevé dans la pâte à semoulée. Ces résultats sont semblables à ceux obtenus dans le cas des durées de fermentation de 12h [1]. Cependant, lorsque le taux de fermentation est de 8% à 10%, les semoules obtenues présentent des diamètres de pic compris entre 0,8 et 1,25mm sensiblement identique aux standards (1,25mm). Les taux de ferment sont optimales pour un semoulage. Les semoules obtenues présentent un optimum de semoule de grains de diamètre moyen. On pourrait stipuler que les teneurs de 8 à 10% permettent d'obtenir des semoules de texture ssemblable aux standards. Contrairement aux teneurs de 12%, les semoules sont grossiers compris entre 1,25 et 5 mm, avec un pic de granule de 2 à 3 mm. Cela pourrait s'expliquer par une quantité importante de ferment et une activité microbiologique non bénéfique pour le semoulage des grains lors du tamisage [6]. En effet, une très forte activité microbiologique entraînerait la dégradation de la mouture ou une forte viscosité de la pâte rendant difficile à la granulation [4]. Le taux de ferment ou magnan influence la texture des semoules des grains des pâtes de manioc fermentée au cours du semoulage, on pourrait préjuger que l'addition de ferment à des taux de 8 à 10% [11] ; [9] permet d'obtenir de façon optimale des semoules de texture semblable aux standard.

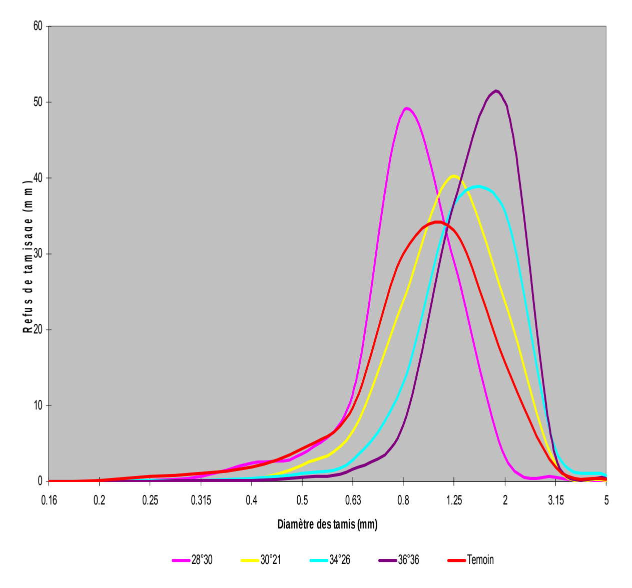


Figure 1 : influence des différentes l'inclinaison du SSI sur le semoulage

La répartition des granules est fonction de l'inclinaison du tambour au cours de la granulation. Une comparaison par rapport au standard permet de constater que le semouleur permet d'obtenir des semoules de différentes tailles en fonction des déviations du tambour. L'inclinaison de 0-5cm correspondant à l'angle de 26°31 à 28°38 présente en générale des grains de différentes tailles. La moyenne des grains représentée est comprise entre 0,63 et 1,25. La taille des grains pourrait s'expliquer par une déviation de 180°. Par ailleurs, la teneur en eau de 50% pourrait également être évoqué. D'autre part, L'inclinaison de 6-11cm équivalant à 28°78-31°60 présente des semoules de taille moyenne semblable aux déviations précédentes. En effet, la taille moyenne des semoules peut être due à la teneur en eau de 50% [2] ; [8]. Contrairement à la déviation du tambour de 12-25cm ou 31°61-36°36,

les semoules obtenues présentent une texture de tailles variable moyennement peu fine et également semblable standard. Cela peut s'expliquer par une forte inclinaison du tambour du semouleur. Et partant une faible durée de semoulage. Eu égard à cette étude, le semoulage au granulateur influence fortement la texture des semoules. Ainsi donc, L'introduction du semouleur semi industriel ou granulateur permettra une modernisation de cette filière restée longtemps traditionnelle.

4 CONCLUSION

L'angle de déviation optimal du semouleur est de 30,21°, pour un taux d'humidité de 50% de la pâte de maniioc fermentée incorporée à 8% de ferment et dont la durée de fermentation est de 24 heures. Cette mécanisation de l'opération de granulation de la pâte de manioc à attiéké permet de rentabiliser le rendement de cette étape technologique et minimisée ainsi la pénibilité de l'opération de fabrication de l'attiéké.

5 REFERENCES

[1] ABOUA F., KONAN E., KOSSA A., AGRO F., et KAMENAN A., (1989). Evolution des teneurs d'acide cyanhydrique et l'acide oxalique au cours de la transformation du manioc en attiéké. *Agr. Afr*. Cirt, Abidjan, 1 (2): 117-122p.

[2] ABOUA F., KOSSA A., KONAN K., MOSSO K., ANGBO S., et KAMENAN A., (1990). Evolution de quelques constituants du manioc au cours de la préparation de l'attiéké. Communication de ABOUA au séminaire de l'AUPELF-UREF Abidjan Côte d'Ivoire. 355-360p.

[3] AACC., (2000). Approved methods ; 08-12; 10-10B; 32-40; 44-15A; 54-21; 55-30; 56-81B; 66-20. St Paul. MN: American Association of Cereal Chemists.

[4] AMANI N G., (1993). Contribution à l'étude des tubercules de taro (*Xanthosoma sagittifolium l. schott*) : Evolution des propriétés physicochimiques de l'amidon au cours des traitements technologiques. Thèse de doctorat 3e cycle 25 Janvier 1993. Université de cocody. 26 - 48p.

[5] AMANI N G., et KAMENAN A., (2003). Nutritional potentialities and traditional process of starchy crops in the Côte d'Ivoire. 2nd International workshop. Food-based approaches for a healthy nutrition in west Africa: the role of food technologists and nutritionists. Ouagadougou Burkina Faso. 152p.

[6] ASSANVO J.B., (2002). Etude de la microflore du ferment de manioc pour la production d'attiéké. Enquêtes de consommation et de production d'attiéké réalisées à Abidjan, Dabou et Jacqueville. Revue internationale des sciences de la vie et de la terre, n° spécial, Acte du colloque International, CSRS 27-29 Août 2001. Abidjan : Editions Universitaire de Côte d'Ivoire. 1 - 9p.

[7] MOSSSO K., ABOUA F., et GNAKRI D., (2000). Détoxication en cyanure des aliments dérivés du manioc. *Ind. Alim. et Agric* . n°117 (10) p 41-42.

[8] MOSSO K., KOURILE N., KOUAKOU K., et ANGBO S., (1991). Etude comparative des méthodes traditionnelles de préparation de l'attiéké dans le Sud de la Côte d'ivoire. Ind. *Alim. et Agric*108è année sept : 703-706p.

[9] SOTOMEY M., ATEGBO E.A.D., MITCHIPKPE E.C., GUTIERREZ M.L. and NAGO M.C., (2001) innovation et diffusion des produits alimentaires en Afrique : l'attiéké au Bénin. In : alimentation. Savoir-faire et innovation en agroalimentaire en Afriq ue de l'Ouest, CIRAD 2001, ISBN 2-87614-447-6. 1-91p.

[10] ZOUMENOU V., (1994). Etude physicochimique et nutritionnelle de quelques préparations alimentaires à base de manioc. Thèse de doctorat en sciences et techniques. Univ. Nationale Côte d'Ivoire.102p.

[11] ZOUMENOU V., ABOUA F., GNAKRI D., et KAMENAN A., (1999). Etude des caractéristiques physicochimique de certains plats traditionnels dérivés du manioc (foutou, placali et kokondé). *Tropicultura* 3 (éd) 98-99, 16-17/120-126p.

Effect of squeezing force of fermented cassava mash *(Manihot esculenta CRANTZ)* on Attiéké physico-chemical and sensory qualities

Pierre Martial T AKELY [1], N'guessan Georges AMANI [1], Ouezou AZOUMA [2], Charlemagne NINDJIN [1]

[1]Laboratory of Food Biochemistry and Technology. Department of Food Sciences and Technologies at University of Abobo-Adjamé 02 BP 801 Abidjan 02 (Côte d'Ivoire)

[2]University of Lome, University-level College for Agronomy, Department of Agricultural engineering and Mechanization

[3] Swiss Centre for Scientific Research, Department of food nutrition and security

The quality of attiéké is highly dependent on processing technologies. However, the effect of each processing technology is unknown. The objective of the present work was to improve and to consolidate the attiéké quality by a better control of fermented cassava mash squeezing process. The effect of squeezing were studied by using a screw press and applying three forces (0.91, 1.55 and 2.58 kN) to 1100g of good fermented cassava dough with 66 % moisture content during 20 minutes. The force of 1.55 (±0.3) kN is able to produce good attiéké test to 97 % with better physicochemical qualities and residual cyanidric of 8 mg/ml around the standard recommended by FAO (10 mg/ml). However the squeezing duration does not seem to influence attiéké physico-chemical qualities parameters and characteristic sensory.

Keywords: Fermented cassava, fresh mash, squeezing force, attiéké, quality.

1 INTRODUCTION

Attiéké is an ivorian traditional foodstuff made by fermentation and steam-cooking cassava root. Attiéké processing technology consists of peeling the roots, reducing them into a mash, inoculating obtained dough with a cooked and fermented cassava pulp and adding palm oil. The fresh mash is fermented for two or three days, mechanically squeezed in order to remove as much as water possible, granulated, and finally sun-dried before sieving. The most available and appreciated attiéké by consumers is attiéké from variety Yacé. The attiéké processing technologies have been described by [1]; [15]. [16]. However, attiéké processing technologies are characterized by an empiric control [19]. Among these different operations is the squeezing unit operation or wringing of the fermented cassava mash. This phase is important because of it's probably influences attiéké current texture quality. The control of this phase is very important because it could influence attiéké current testing quality. The main goal of this study is to improve the quality of attiéké by optimization of the squeezing process.

2 MATERIALS AND METHODS

2 1 Origin of plant material

Local cassava variety Yacé was used for this experiment. Mature roots age ranged from 12-18 months from the University of Abobo-Adjamé experimental station were harvested

2 2 Squeezing process

The squeezing process has been done with a manual screw press. 3300 g fermented cassava mash was fractionated into three portions of 1100 (±100 g). Each sub-sample was squeezed respectively by different forces 0.91 (±0.05); 1.55 (±0.30) and 2.58 (±0.09) kN during time ranged from10-20 minutes. The force of squeezing has been measured using an universal press (Wolpert Tyz kN, Germany).

2 3 Determination of granulation

Granulation was determined with a laboratory plansichter according to the method 66-20 of the [4]. About 100g of squeezed fermented cassava mash are placed and sifted with a granulometer summit (model 1500, Peter instruments, Hudding, Sweden).

2 4 Moisture content

The moisture content was determined with a moisture meter (Scaltec, Switzerland). It was measured directly after a beep of total mash dehydration.

2 5 Cyanide content

Cyanide content

The methods used for cyanide analysis are described by [9]. Solution of 20 g was steam distilled in 40ml NAOH (25 g/l), and then added of 8 ml KI [5% (p/v)]. The solution is titrated with 0,02 N AgNO3 until apparition of light trouble.

2 6 Total sugars content

The total sugars content was determined using the colorimetric test [8]. About 0.1 ml sample was added to 0.9 ml distilled water and then 1 ml phenol [5% (p/v)] and 1 ml H_2SO_4 extract were brutally added. After the softly homogenized the mixture is carried out to the boiler at 100°C during 5 min and then cooled to the obscurity during 30 min. The absorbance was measured at 480 nm.

2 7 Starch content

Starch content was determined using the anthrone method [11]. Starch extraction was carried out by adding 3 ml of 66 % perchloric acid to 0.2 g cassava mash for 20 min and then diluted into 100 ml. Two millimeters of obtained solution were placed in test tubes and mixed with 5 ml of antrone reagen. The test tubes were placed in a boiling water bath and left for 12 min. They were then cooled and the absorbance was measured at 630 nm.

2 8 Sensory quality

The sensory evaluation panel was determined using the triangular test described by [12].This test was consisted in identifying attiéké samples which were not repeated or doubled attiéké samples. The evaluation permitted to confirm the hypothesis similarities between two attiéké from different squeezing forces.

2 9 Statistical Analysis

Scores were mean values from three replications of each meal. Differences between means were performed using [12], Significant F-ratios at $p < 0.05$.

3 RESULTS

Indeed, when increasing squeezing force ranged from 0.91 to 2.58 kN, fermented mash's moisture content lowered respectively from 66 to 46.6 % and from 58.8 to 41 % whatever the squeeze duration. The results were an indication of the significant difference at P<0.05 between means of squeezing force whatever the duration. Different starch content are respectively determined in the fresh mash and freshly mash prepared or attiéké according to the squeezing force. Indeed, when increasing of squeezing force ranged from 0.91 to 2.58 kN during 10-20 minutes, the starch content decreased from 83.9% to 55.5 % in freshly mash and from 79.2 to 55.7% in freshly mash prepared or attiéké. The statistical analysis of these results showed a significantly difference between starch contents according to squeezing forces. The result of different cyanide contents gotten according to different squeezing forces on the fresh mash and the corresponding freshly mash prepared or attiéké showed that for 10-20 minutes with force range from 0.91-2.58 kN fresh mash cyanide content decreased from 63.7 to 19.5 % and from 26.8 - 5.16 % in fresh attiéké. Dealing with sugar content it decreased from 5.73 - 1.66 % and 4.47 - 1.13 % respectively in fresh mash and corresponding fresh attiéké with squeezing forces comprised between 0.91 and 2.58 kN applied during a time ranged from 10-20 minutes. The statistical analysis showed that for the same squeezing force, there is meaningful difference between each element (starch, cyanide and sugar content).

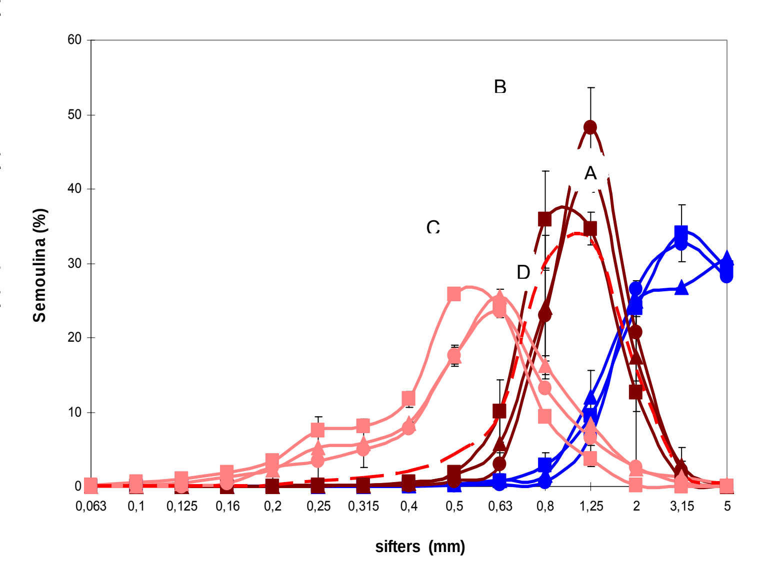
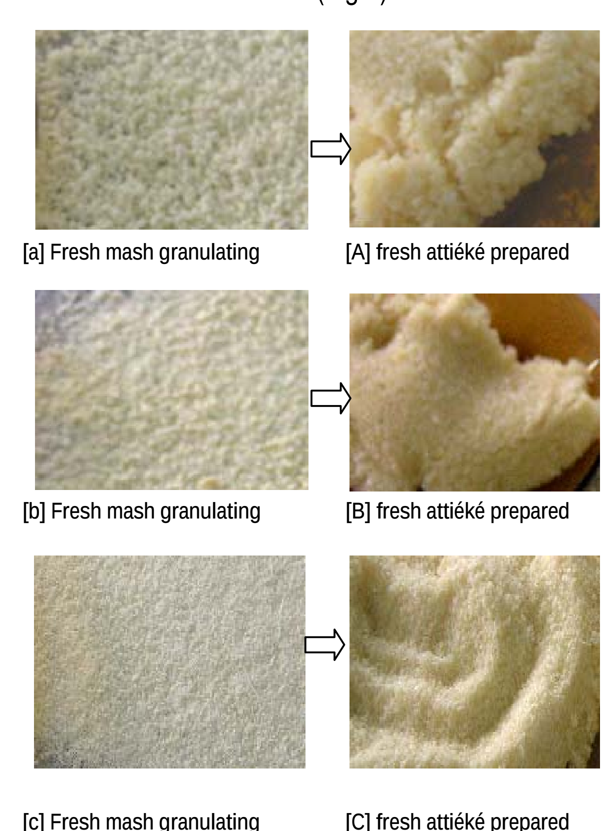


Figure 1: Granulating distribution of cassava freshly mash

The granulating distribution (Fig 1 and Fig 2) showed that squeezing force of 0.91 kN gave a semolina with rough size comprised between 2 - 5 mm diameter whereas squeezing force of 1.55 kN gave a semolina with size

ranged from 0.8 - 2 mm nearly standard attiéké physical quality. Squeezing force of 2.58 kN gave a granulation with size ranged from 0.4 - 0.8 mm The table 3 of [12] showed significantly difference texture between squeezing forces. 0.91 kN was different of 1.55 kN which was different of one of 2.58 kN whatever the time (Fig 2).



[a] Fresh mash granulating [A] fresh attiéké prepared

[b] Fresh mash granulating [B] fresh attiéké prepared

[c] Fresh mash granulating [C] fresh attiéké prepared

Figure 2: Attiéké texture

4 DISCUSSION

The squeezing force influenced the moisture content. 1.55 kN halfway, between 0.91 and 2.58 provided attiéké with current texture. When squeezing forces decreased to 0.91 kN, moisture content increased and the freshly mash prepared (attiéké) texture was roughness while forces increased to 2.58 kN. The mash was too dehydrated and gave dried and crumbly (Fig 2 :c and C) attiéké texture [1]. The dehydration's effect on fermented cassava mash prepared was ever observed by several studies [3] [16]. The controlled squeezing force caused decreasing of attiéké moisture content and therefore is responsible for freshly attiéké quality (Fig 2: A; B and C). The starch content was reduced by using squeezing force. The optimum squeezing force to get attiéké with good current texture was 1.55 kN (Fig 2: B). On the other hand, the attiéké was well dried, crumbly and finally gave an attiéké with dense texture (Fig 2: A). That effect could be explained by the holding in mass of attiéké [6] [16]. These results were observed in the case of total sugars content which was in relation with starch content because of the hydrolysis of other [20]. Finally the cyanide content was also influenced by the squeezing force. 1.55 kN is the optimal force which gave a cyanide content lower than the level recommended by FAO (10 mg/Kg) [5]. Under this squeezing force, one produced a pasty elevated cyanide attiéké. However, an attiéké obtained by squeezing force of 2.58 kN contained good cyanide content [18] [9] [21] [14] but it was a poor attiéké (Fi2: C)

CONCLUSION

This study confirms that the control of the squeezing force intensity on the fermented cassava mash is important factor for good attiéké quality.

REFERENCES

[1] ABOUA F., KONAN E., KOSSA A., AGRO F., et KAMENAN A., (1989). Evolution des teneurs d'acide cyanhydrique et l'acide oxalique au cours de la transformation du manioc en attiéké. *Agr. Afr*. Cirt, Abidjan, 1 (2) : 117-122p.

[2] ABOUA F., KOSSA A., KONAN K., MOSSO K., ANGBO S., et KAMENAN A., (1990). Evolution de quelques constituants du manioc au cours de la préparation de l'attiéké. Communication de ABOUA au séminaire de l'AUPELF-UREF Abidjan Côte d'Ivoire. 355-360p.

[3] ABOUA F., (1998). Optimum conditions for cooking attiéké. Centre Ivoirien de Recherche Technologique. *Tropical Sciences*, (38) : 220-223p.

[4] AACC., (2000). Approved methods ; 08-12; 10-10B; 32-40; 44-15A; 54-21; 55-30; 56-81B; 66-20. St Paul. MN: American Association of Cereal Chemists.

[5] BELL, A., MÜCK, O. AND SCHULER, B., (2000). Le manioc, un aliment pour tout le monde. In: Les richesses du sol, Les plantes à racines et tubercules: une contribution au développement

des technologies de récolte et d'après-récolte (pp 35-80). Allemagne: DES / GTZ.

[6] AMANI N G., (1993). Contribution à l'étude des tubercules de taro (*Xanthosoma sagittifolium l. schott*) : Evolution des propriétés physicochimiques de l'amidon au cours des traitements technologiques. Thèse de doctorat 3e cycle 25 Janvier 1993. Université de cocody. 26-48p

[7] DUBOIS M., GILLES A., HAMILTON J.J., REBERS P.A., and SMITH F., (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem*., (28): 350-356p.

[8] ESSERS, S. A. J. A., BOSVELD, M., and VAN DER GRIFT, R. M,. (1993). Studies on the quantification of specific cyanogens in cassava products and introduction of a new chromogen. Journal of the Science of Food and Agriculture, 63, 287-296.

[9] FAO, (1956). Acide cyanhydrique. Dosage par la méthode alcaline de titrage du manioc. In traitement du manioc Rome ©Italy : 84-85p.

[10] FAO, (1991): Amélioration des procédés traditionnels de transformation de certains oléagineux et du manioc. Département de l'agriculture. Via Delle Terme di Caracalla, 00100 Rome ©Italy. 1- 12p.

[11] HASSID W Z., and NUEFELD E F.,(1964). Quantitative determination of starchin plan tissues, in methods in carbohydrates chemistry, Ed byWhistler R L and wolfam M L, Academic ppress, New York, pp 33-36.

[12] HELM E., and TROLLE B., (1946). Selection of taste panel. Wallerstein lab. Commun. (9): 181-194p.

[13] MINITAB, (1998). Minitab statistical package for windows. Minitab linc. Sales (USA).

[14] MOSSSO K., ABOUA F., et GNAKRI D., (2000). Détoxication en cyanure des aliments dérivés du manioc. *Ind. Alim. et Agric .* n°117 (10) p 41-42.

[15] MOSSO K., KOURILE N., KOUAKOU K., et ANGBO S., (1991). Etude comparative des méthodes traditionnelles de préparation de l'attiéké dans le Sud de la Côte d'ivoire. Ind. *Alim. et Agric*108è année sept : 703-706p.

[16] MOSSSO K., COULYBALY S., ANGBO F S., KOUADIO N., et ABOUA F., (1998). Etude de la relation entre le taux d'amidon du manioc et les caractéristiques sensorielles de l'attiéké. Communication de Mosso aux 4e journées annuelles de SOACHIM (3-7 Août). Cotonou Bénin. 1- 9p.

[18] OUEGNIN E A., (1988). Contribution à l'étude de l'acide cyanhydrique dans un produit de transformation du manioc : l'attiéké. Thèse de doctorat en pharmacie Univ. Cheikh ANTA Diop, Dakar, Sénégal, 113p.

[19] SOTOMEY M., ATEGBO E.A.D., MITCHIPKPE E.C., GUTIERREZ M.L. and NAGO M.C., (2001) innovation et diffusion des produits alimentaires en Afrique : l'attiéké au Bénin. In : alimentation. Savoir-faire et innovation en agroalimentaire en Afrique de l'Ouest, CIRAD 2001, ISBN 2-87614-447-6. 1-91p.

[20] WEIL J H., BONNET J., BOULANGER Y., CHAMBON P., DUBERTRET G., GAUTHERON D., KEDINGER C., LAZDUNSKI M., MONTREUIL J., PATTE J C., REBEL G., ROSSIGNOL J M., SHECHTER E., and WRIGTH M., (1994). Biochimie générale. 7e édition Masson. Paris Milan Barcelone. 565p.

[21] ZOUMENOU V., (1994). Etude physicochimique et nutritionnelle de quelques préparations alimentaires à base de manioc. Thèse de doctorat en sciences et techniques. Univ. Nationale Côte d'Ivoire.102p.

Effet de la force de pressage de la pâte de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) fermentée sur les qualités physico-chimiques et sensorielles de l'Attiéké

Pierre Martial T AKELY [1], N'guessan Georges AMANI [1], Ouezou AZOUMA [2], Charlemagne NINDJIN [1,3]

[1]Laboratoire de Biochimie et de Technologie alimentaire. Département des Sciences et Technologies alimentaires à l'Université d'Abobo-Adjamé 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

[2]Université de Lomé, Ecole d'Agronomie, Department of Agricultural engineering and Mechanization

[3] Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire, 01 BP 1303, Abidjan 01, Côte d'Ivoire

La qualité de l'attiéké dépend énormément des technologies de transformation. Toutefois, l'effet de chaque technologie de transformation n'est pas connu. Le présent travail vise à améliorer et à renforcer la qualité de l'attiéké grâce à une meilleure maîtrise du processus de pressage de la pâte de manioc fermentée. Les effets du pressage ont fait l'objet d'étude au moyen d'une presse à vis et en exerçant trois forces (0,91, 1,55 et 2,58 kN) sur 1100g de bonne pâte de manioc fermentée avec une teneur en eau de 66 % pendant 20 minutes. La force de 1,55 (±0,3) kN est capable de produire un bon test d'attiéké à 97 % avec de meilleures qualités physico-chimiques et des résidus d'acide cyanhydrique de 8 mg/ml à peu près la norme recommandée par la FAO (10 mg/ml). Toutefois, la durée de pressage ne semble pas jouer sur les paramètres et les caractéristiques sensorielles des qualités physico-chimiques de l'attiéké.

Mots clés : manioc fermenté, pâte fraîche, force de pressage, attiéké, qualité.

1 INTRODUCTION

L'attiéké est un aliment traditionnel ivoirien préparé grâce à la fermentation et à la cuisson à la vapeur de racines de manioc. La technologie de la transformation d'attiéké consiste à éplucher les racines, à les réduire en pâte, à inoculer à la pâte obtenue une pulpe de manioc cuite et fermentée et à ajouter de l'huile de palme. La pulpe fraîche est laissée à fermenter pendant deux ou trois jours, pressée mécaniquement afin d'éliminer autant d'eau que possible, granulée, et enfin séchée au soleil avant d'être tamisée. L'attiéké le plus disponible et le plus apprécié des consommateurs, c'est l'attiéké issu de la variété Yacé. Les technologies de la transformation d'attiéké ont été décrites par [1]; [15]. [16]. Cependant, les technologies de la transformation d'attiéké se caractérisent par une maîtrise empirique [19]. Parmi ces diverses opérations on trouve l'opération de l'unité de pressage ou d'essorage de la pâte de manioc fermentée. Cette phase est importante parce qu'elle joue probablement sur la qualité de la texture actuelle de l'attiéké. La maîtrise de cette phase est très importante parce qu'elle pourrait influer sur la qualité d'expérimentation actuelle de l'attiéké. La présente étude vise principalement à améliorer la qualité de l'attiéké grâce à l'optimisation du processus de pressage.

2 MATERIELS ET METHODES

2 1 Origine du matériel végétal

La variété Yacé du manioc local a été utilisée pour la présente expérience. Des racines mûres de 12 et 18 mois ont été récoltées au champ d'expérience de l'Université d'Abobo-Adjamé

2 2 Processus de pressage

Le processus de pressage a été effectué à l'aide d'une presse à vis manuelle. 3300 g de pâte de manioc fermentée ont été divisés en trois parties de 1100 (±100 g). Chaque sous-échantillon a respectivement été pressé par des forces différentes 0,91 (±0.05) ; 1,55 (±0,30) et 2,58 (±0,09) kN pendant 10-20 minutes. La force de pressage a été mesurée au moyen d'une presse universelle (Wolpert Tyz kN, Germany).

2 3 Détermination de la granulation

La granulation a été déterminée à l'aide d'un plansichter de laboratoire selon la méthode 66-20 du [4]. Environ 100g de pâte de manioc fermentée pressés ont été placés et passés au tamis avec un

granulomètre à la fine pointe de la technologie (modèle 1500, Peter instruments, Hudding, Sweden).

2 4 Teneur en eau

La teneur en eau a été déterminée à l'aide d'un humidimètre (Scaltec, Switzerland). Elle a été mesurée directement après un bip signalant la déshydratation totale de la pâte.

2 5 Teneur en cyanure

Les méthodes utilisées pour l'analyse du cyanure sont décrites selon [9]. Une solution de 20 g a été distillée à la vapeur dans 40ml NAOH (25 g/l), et ensuite ajoutée à 8 ml KI [5% (p/v)]. La solution est titrée avec 0,02 N AgNO3 jusqu'à l'apparition d'un trouble léger.

2 6 Teneur totale en sucres

La teneur totale en sucres a été déterminée au moyen du contrôle colorimétrique [8]. Environ 0,1 ml d'échantillon a été ajouté à 0,9 ml d'eau distillée et ensuite 1 ml de phénol [5% (p/v)] et 1 ml H_2SO_4 extrait ont été ajoutés de manière brutale. Ensuite le mélange homogénéisé lentement est porté à la chaudière à 100°C pendant 5 mn et puis refroidi dans l'obscurité pendant 30 mn. L'absorbance a été mesurée à 480 nm.

2 7 Teneur en amidon

La teneur en amidon a été déterminée au moyen de la méthode d'anthrone [11]. L'extraction d'amidon a été réalisée en ajoutant 3 ml de 66 % d'acide perchlorique à 0,2 g de pâte de manioc pendant 20 mn et ensuite diluée dans 100 ml. Deux millimètres de la solution obtenue ont été placés dans des tubes à essai et mélangés avec 5 ml de réactif d'anthrone. Les tubes à essai ont été placés dans un bain d'eau bouillante et laissés pendant 12 mn. Ils ont été ensuite refroidis et l'absorbance a été mesurée à 630 nm.

2 8 Qualité sensorielle

Le jury d'évaluation sensorielle a été déterminé à l'aide de l'essai triangulaire décrit selon [12]. Cet essai consistait à identifier les échantillons d'attiéké qui n'étaient pas des échantillons d'attiéké répétés ou doublés. L'évaluation a permis de confirmer les similitudes d'hypothèse entre deux attiéké issus de forces de pressage différentes.

Analyse statistique

Les notes étaient les valeurs moyennes obtenues à partir de trois répliques de chaque repas. Les différences entre les moyennes ont été effectuées au moyen de [12], F-ratios significatifs à $p < 0,05$.

3 RESULTATS

En effet, lorsque l'augmentation de la force de pressage allait de 0,91 à 2,58 kN, la teneur en eau de la pâte fermentée a baissé respectivement de 66 à 46,6 % et de 58,8 à 41 % quelle que fut la durée de pressage. Les résultats étaient une indication de la différence significative à $P<0,05$ entre les moyennes de la force de pressage quelle que fut la durée. Des taux d'amidon différents sont respectivement déterminés dans la pâte fraîche et dans la pâte fraîchement préparée ou dans l'attiéké selon la force de pressage. En effet, lorsque l'augmentation de la force de pressage allait de 0,91 à 2,58 kN pendant 10-20 minutes, la teneur en amidon a diminué de 83,9 % à 55,5 % dans la pâte fraîche et de 79,2 à 55,7 % dans la pâte fraîchement préparée ou l'attiéké. L'analyse statistique de ces résultats a mis en évidence une différence significative entre les taux d'amidon selon les forces de pressage. Le résultat de différentes teneurs en cyanure obtenues selon des forces de pressage différentes exercées sur la pâte fraîche et la pâte fraîchement préparée correspondante ou l'attiéké a indiqué que pendant 10-20 minutes avec une étendue de force de 0,91-2,58 kN la teneur en cyanure de la pâte fraîche a diminué de 63,7 à 19,5 % et de 26,8 à 5,16 % dans l'attiéké frais. Quant à la teneur en sucres elle a diminué de 5,73 à 1,66 % et de 4,47 à 1,13 % respectivement dans la pâte fraîche et dans l'attiéké frais avec des forces de pressage comprises entre 0,91 et 2,58 kN exercée pendant une durée allant de 10 à 20 minutes. L'analyse statistique a démontré que pour la même force de pressage, il y a une différence significative entre chaque élément (la teneur en amidon, en cyanure et en sucres).

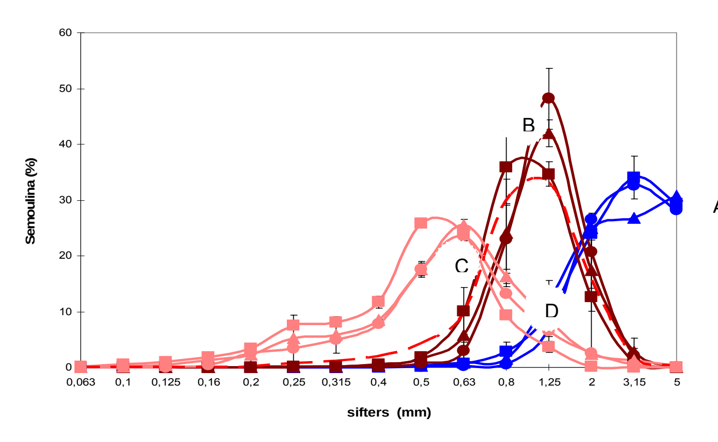
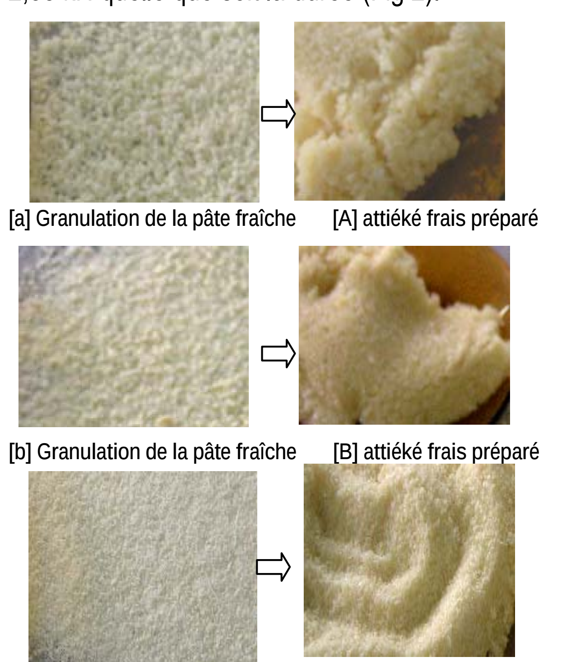


Figure 1: La répartition de la granulation du manioc fraîchement écrasé

La répartition de la granulation (Fig 1 et Fig 2) a indiqué que la force de pressage de 0,91 kN donné une semoule avec des grains rugueux de tailles comprises entre 2 et 5 mm de diamètre alors que la force de pressage de 1,55 kN a donné une semoule avec des granules de tailles allant de 0,8 à 2 mm presque la qualité physique standard de l'attiéké. La force de pressage de 2,58 kN a donné une granulation avec des tailles allant de 0,4 - 0,8 mm Le tableau 3 de [12] a indiqué une différence significative de texture entre les forces de pressage. 0,91 kN était différent de 1,55 kN qui était différent de l'un de 2,58 kN quelle que soit la durée (Fig 2).



[a] Granulation de la pâte fraîche [A] attiéké frais préparé

[b] Granulation de la pâte fraîche [B] attiéké frais préparé

[c] Granulation de la pâte fraîche C] attiéké frais préparé

Figure 2: Texture de l'attiéké

4 DISCUSSION

La force de pressage a joué sur la teneur en eau. 1,55 kN à mi-chemin, entre 0,91 et 2,58 a donné de l'attiéké avec une texture courante. Lorsque les forces de pressage ont diminué à 0,91 kN, la teneur en eau a augmenté et la texture de la pâte fraîchement préparée (l'attiéké) présentait de la rugosité quand les forces ont augmenté à 2,58 kN. La pâte était trop déshydratée et a donné une texture d'attiéké séchée et friable (Fig 2 :c et C) [1]. L'effet de la déshydratation sur la pâte de manioc fermentée préparée a toujours fait l'objet d'observations par plusieurs études [3] [16]. La force de pressage contrôlée a provoqué la diminution de la teneur en eau de l'attiéké et est par conséquent responsable de la qualité de l'attiéké frais (Fig 2: A; B et C). La teneur en amidon a été réduite en utilisant la force de pressage. La force de pressage optimale pour obtenir de l'attiéké avec une bonne texture courante était de 1,55 kN (Fig 2 : B). D'autre part, l'attiéké était bien séché, friable et a finalement donné un attiéké avec une texture dense (Fig 2 : A). Cet effet pourrait être expliqué par la conservation en masse de l'attiéké [6] [16]. Ces résultats ont été observés dans le cas de la teneur totale en sucres qui était liée à la teneur en amidon à cause de l'hydrolyse d'autres [20]. Enfin, la teneur en cyanure était également influencée par la force de pressage. 1,55 kN est la force optimale qui a donné une plus faible teneur en cyanure que le taux recommandé par la FAO (10 mg/Kg) [5]. Sous l'effet de cette force de pressage, on a produit un attiéké pâteux avec une teneur élevée en cyanure. Cependant, un attiéké obtenu par une force de pressage de 2,58 kN avait une bonne teneur en cyanure [18] [9] [21] [14] mais c'était un attiéké de qualité médiocre (Fig 2 : C)

CONCLUSION

La présente étude confirme le fait que la maîtrise de l'intensité de la force de pressage exercée sur la pâte de manioc fermentée constitue un important facteur pour obtenir une bonne qualité d'attiéké.

REFERENCES

[1] ABOUA F., KONAN E., KOSSA A., AGRO F., et KAMENAN A., (1989). Evolution des teneurs d'acide cyanhydrique et l'acide oxalique au cours

de la transformation du manioc en attiéké. *Agr. Afr*. Cirt, Abidjan, 1 (2) : 117-122p.

[2] ABOUA F., KOSSA A., KONAN K., MOSSO K., ANGBO S., et KAMENAN A., (1990). Evolution de quelques constituants du manioc au cours de la préparation de l'attiéké. Communication de ABOUA au séminaire de l'AUPELF-UREF Abidjan Côte d'Ivoire. 355-360p.

[3] ABOUA F., (1998). Optimum conditions for cooking attiéké. Centre Ivoirien de Recherche Technologique. *Tropical Sciences*, (38) : 220-223p.

[4] AACC., (2000). Approved methods ; 08-12; 10-10B; 32-40; 44-15A; 54-21; 55-30; 56-81B; 66-20. St Paul. MN: American Association of Cereal Chemists.

[5] BELL, A., MÜCK, O. AND SCHULER, B., (2000). Le manioc, un aliment pour tout le monde. In: Les richesses du sol, Les plantes à racines et tubercules: une contribution au développement des technologies de récolte et d'après-récolte (pp 35-80). Allemagne: DES / GTZ.

[6] AMANI N G., (1993). Contribution à l'étude des tubercules de taro (*Xanthosoma sagittifolium l. schott*) : Evolution des propriétés physicochimiques de l'amidon au cours des traitements technologiques. Thèse de doctorat 3e cycle 25 Janvier 1993. Université de cocody. 26-48p

[7] DUBOIS M., GILLES A., HAMILTON J.J., REBERS P.A., and SMITH F., (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem*., (28): 350-356p.

[8] ESSERS, S. A. J. A., BOSVELD, M., and VAN DER GRIFT, R. M,. (1993). Studies on the quantification of specific cyanogens in cassava products and introduction of a new chromogen. Journal of the Science of Food and Agriculture, 63, 287-296.

[9] FAO, (1956). Acide cyanhydrique. Dosage par la méthode alcaline de titrage du manioc. In traitement du manioc Rome ©Italy : 84-85p.

[10] FAO, (1991): Amélioration des procédés traditionnels de transformation de certains oléagineux et du manioc. Département de l'agriculture. Via Delle Terme di Caracalla, 00100 Rome ©Italy. 1- 12p.

[11] HASSID W Z., and NUEFELD E F.,(1964). Quantitative determination of starchin plan tissues, in methods in carbohydrates chemistry, Ed byWhistler R L and wolfam M L, Academic ppress, New York, pp 33-36.

[12] HELM E., and TROLLE B., (1946). Selection of taste panel. Wallerstein lab. Commun. (9): 181-194p.

[13] MINITAB, (1998). Minitab statistical package for windows. Minitab Iinc. Sales (USA).

[14] MOSSSO K., ABOUA F., et GNAKRI D., (2000). Détoxication en cyanure des aliments dérivés du manioc. *Ind. Alim. et Agric .* n°117 (10) p 41-42.

[15] MOSSO K., KOURILE N., KOUAKOU K., et ANGBO S., (1991). Etude comparative des méthodes traditionnelles de préparation de l'attiéké dans le Sud de la Côte d'ivoire. Ind. *Alim. et Agric*108è année sept : 703-706p.

[16] MOSSSO K., COULYBALY S., ANGBO F S., KOUADIO N., et ABOUA F., (1998). Etude de la relation entre le taux d'amidon du manioc et les caractéristiques sensorielles de l'attiéké. Communication de Mosso aux 4e journées annuelles de SOACHIM (3-7 Août). Cotonou Bénin. 1- 9p.

[18] OUEGNIN E A., (1988). Contribution à l'étude de l'acide cyanhydrique dans un produit de transformation du manioc : l'attiéké. Thèse de doctorat en pharmacie Univ. Cheikh ANTA Diop, Dakar, Sénégal, 113p.

[19] SOTOMEY M., ATEGBO E.A.D., MITCHIPKPE E.C., GUTIERREZ M.L. and NAGO M.C., (2001) innovation et diffusion des produits alimentaires en Afrique : l'attiéké au Bénin. In : alimentation. Savoir-faire et innovation en agroalimentaire en Afrique de l'Ouest, CIRAD 2001, ISBN 2-87614-447-6. 1-91p.

[20] WEIL J H., BONNET J., BOULANGER Y., CHAMBON P., DUBERTRET G., GAUTHERON D., KEDINGER C., LAZDUNSKI M., MONTREUIL J., PATTE J C., REBEL G., ROSSIGNOL J M., SHECHTER E., and WRIGTH M., (1994). Biochimie générale. 7e édition Masson. Paris Milan Barcelone. 565p.

[21] ZOUMENOU V., (1994). Etude physicochimique et nutritionnelle de quelques préparations alimentaires à base de manioc. Thèse de doctorat en sciences et techniques. Univ. Nationale Côte d'Ivoire.102p.

Effets de la température de séchage de la farine de manioc sur le rendement et la qualité de l'amidon du manioc

Effects of drying temperature of cassava flour on cassava starch yield and quality

ERIC O. AMONSOU [1], JOSEPH C. IGBEKA[2]
[1] Programme Technologie Agricole et Alimentaire (PTAA/INRAB), B.P: 128 Porto-Novo, BENIN
[2]Department of Agricultural and Environmental Engineering, University of IBADAN, Nigeria

Les effets de la température de séchage de la farine de manioc sur le rendement et la qualité de l'amidon du manioc ont fait l'objet de la présente étude. Des échantillons de farine de manioc ont été séchés au four par augmentations successives de 10°C à partir de 50 à 120°C pour un taux d'humidité d'environ 12%. Des amidons ont été extraits des farines par trempage, par sédimentation et par purification. A mesure que la température augmentait il y avait une réduction importante du rendement en amidon. Des rendements plus élevés de 63 et 61% ont été enregistrés à 50°C et à 60°C respectivement. Le rendement le plus bas (21%) fut observé à 110 et 120°C. Les températures de séchage n'ont eu aucun effet significatif sur l'odeur et l'acidité de l'amidon à 95% d'intervalle de confiance. Des amidons plus blancs ont été obtenus à de basses températures. La fonctionnalité de l'amidon a été affectée de façon significative par la température de séchage. Le pouvoir de gonflement de tous les échantillons se situait autour de 5%.La solubilité la plus élevée fut observée à 50°C. On a découvert que le pouvoir de rétention d'eau de l'amidon diminue avec la température croissante. Des valeurs élevées du plus haut niveau et les viscosités finales de l'amidon à partir de la farine séchée à 50°C et 60°C ont été observées avec faible retombée. De basses températures de séchage à 50°C et à 60°C donnent un rendement élevé et favorise la production d'une qualité acceptable d'amidon.

Mots clés: *Farine de manioc, amidon de manioc, température de séchage, rendement en amidon, qualité d'amidon.*

1. INTRODUCTION

Le manioc (*Manihot esculenta*) est un important produit de base dans de nombreux pays d'Afrique tropicale. L'amidon, un principal élément constitutif de la racine, offre de nombreuses applications dans l'alimentation, dans les industries pharmaceutiques et textiles. Les amidons transformés au moyen de méthodes traditionnelles ne satisfont pas toujours aux actuelles exigences élevées de qualité aux niveaux national et international, et on a besoin de les améliorer. Les paramètres de transformation ainsi que les différence entre les variétés ont révélé qu'ils influent énormément sur les propriétés physico-chimiques et la fonctionnalité de la farine et de l'amidon de manioc [1, 2]. Le choix minutieux des méthodes de transformation est donc important dans la préparation de tout genre d'amidon. La présente étude a examiné l'effet de la température de séchage de la farine de manioc sur les caractéristiques physico-chimiques et de gélatinisation de l'amidon du manioc.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel végétal

La variété TME 1 de manioc obtenue à l'IITA (Ibadan, Nigéria) a été utilisée comme matière première pour la production de la farine et de l'amidon.

2.2. Protocole expérimental

Les racines de manioc récoltées ont été transformées le même jour en farine humide (Taille des particules < 2,5 mm) au moyen de la méthode de treillis. Les farines humides furent ensuite divisées en 8 parties égales et chacune séchée au four à 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 et 120°C à une teneur en humidité de 12%. Des amidons furent extraits d'échantillons de farine de manioc séchée par trempage, par sédimentation et par purification. Les amidons extraits ont été séchés au four à un poids constant.

2.3. Analyses physico-chimiques et fonctionnelles

La texture et la couleur des farines de manioc ont été évaluées au cours d'un débat de groupe de réflexion en profondeur avec des membres du personnel expérimentés issus du Department of Agricultural and Environmental engineering de l'Université d'Ibadan au Nigéria. Le rendement en amidon était estimé comme pourcentage d'amidon par 100g de farine de manioc.

Des analyses sensorielles de la couleur et de l'odeur d'amidon ont été effectuées en utilisant 20 membres du groupe spécial sans formation. En ce qui concerne la couleur, le degré de blancheur était indiqué sur une échelle de 4 points (0=pas blanc, 4= blanc éclatant). Quant à l'analyse de l'odeur, chaque membre du groupe spécial à pris une profonde inspiration de l'odeur des échantillons d'amidon. Le degré d'odeur perçue fut inscrit sur une échelle de 3 points (0=odeur acre/rance, 2= inodore).

Le pH et *l'*acidité des échantillons d'amidon ont été déterminés selon les méthodes et spécifications de l'institut Tapioca Institute of America (TIA) pour l'évaluation de la qualité de la farine de manioc présentées dans FAO [3].
Le pouvoir de gonflement et la solubilité ont été déterminés comme décrit par Leach *et autres*, [4]. Les caractéristiques de gélatinisation des échantillons d'amidon ont été déterminées au moyen de la méthode RVA (Rapid Visco Analyzer, model RVA 3D+, Network Scientific, Australie).

2.4. Analyses statistiques

L'analyse de variance à un critère de classification a été réalisée afin d'évaluer les effets des variations de températures de séchage sur les caractéristiques de qualité des échantillons d'amidon. Un modèle de régression linéaire simple a été utilisé pour décrire le rapport qui existe entre les températures de séchage de la farine de manioc et les rendements en amidon. Le logiciel SPSS (Version 10.0) a été utilisé

3. CONCLUSIONS

3.1. Effet de la température de séchage sur les propriétés physico-chimiques de la farine et de l'amidon

La couleur de la farine de manioc a été affectée par la température de séchage. Une perte quasi-totale de la blancheur s'est produite à des températures plus élevées. Le séchage de la farine de manioc humide au-dessus de 80°C a entraîné la formation de gros morceaux et la rétention d'eau dans les farines séchées. Ce phénomène était plus remarquable à 110 et 120°C et les farines qui en ont résulté étaient rugueuses et manquaient d'uniformité.

La température de séchage des farines de manioc ont influé de façon significative sur le rendement en amidon. A mesure que la température augmentait, on notait une réduction remarquable du rendement en amidon. Les rendements les plus élevés de 63 et 61% (db) ont été obtenus à 50°C et 60°C respectivement. Le rendement le plus bas (environ 21%) fut observé à 110 et 120°C. Entre 70-100°C, les rendements en amidon étaient identiques (45%). Le coefficient de corrélation de -0,94 était révélateur d'une relation relativement forte entre ces deux variables. L'équation du modèle ajusté comme indiqué ci-dessous prédit de façon significative (p<.01) la relation qui existe entre la température de séchage de la farine de manioc et le rendement en amidon. Ce modèle explique 89% de la variabilité du rendement en amidon.

Rendement en amidon (%) = *temp de 96,27-0,62
(R-carré=0,89, Temp=Température (^{o}C))

L'odeur, le pH et l'acidité de l'amidon n'ont pas varié de façon significative relativement à la température de séchage. Les amidons transformés étaient inodores (note moyenne=1,75) et acceptables. Le pH initial pour tous les échantillons traités se situait autour de six (6) et le 0,1N HCl maximum utilisé pour ajuster le pH à 3 était moins 1 ml. Les degrés d'acidité étaient également bas et identiques (0,24%, valeur moyenne). En revanche, la couleur de l'amidon a été affectée de façon significative. A des températures de séchage plus basses (50-80°C), les amidons obtenus étaient plus blancs avec des notes moyennes qui variaient de 3,7 à 2,6 respectivement. A des températures plus élevées, les amidons traités avaient une apparence brunâtre et ont reçu une faible note (1,5).

3.2. Effet de la température de séchage de la farine de manioc sur la fonctionnalité de l'amidon

Le pouvoir de gonflement de tous les échantillons se situait autour de 5% (Figure I). On observe toutefois une légère augmentation de ces valeurs à des températures de séchage moins élevées. La solubilité la plus élevée a été observée à 50°C. Un pourcentage de solubilité identique (environ 4%) a été observé à des températures de séchage plus élevées. Une augmentation de la température de séchage aurait peut-être bloqué les pores des tissus menant à des valeurs de solubilité plus faibles. Les températures de gélatinisation enregistrées pour tous les échantillons traités étaient d'environ 74°C et n'ont pas varié relativement à la température de séchage. D'un autre côté, des valeurs élevées de la viscosité de crête ont été enregistrées pour les amidons lorsque les farines d'amidon étaient séchées à 50 et 60°C. A mesure que la température augmentait, on notait une réduction de la viscosité de crête. Une retombée faible de la viscosité de l'amidon a également été observée lorsque les farines d'amidon étaient séchées à des températures moins élevées.

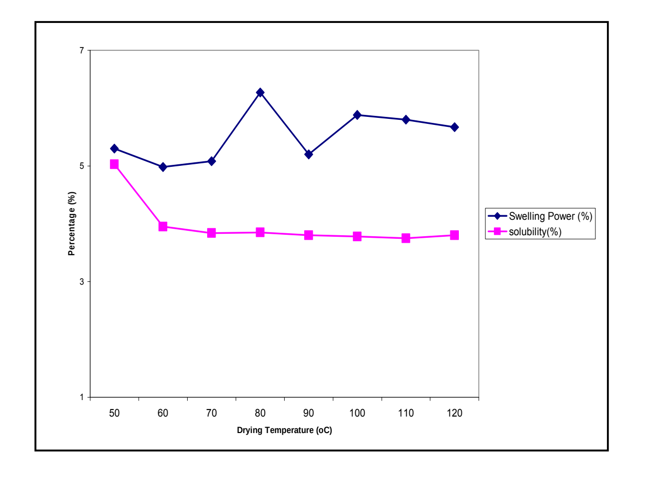


Figure I: Effet de la température de séchage de la farine de manioc sur le pouvoir de gonflement et la solubilité de l'amidon

Tableau I: Evaluation de la viscosité (RVU) de l'amidon à diverses températures de séchage de la farine de manioc (*)

DT (°C)	PV	BV	FV	SV	PT (°C)
50	488,50	276,67	272,25	60,42	74,60
60	472,33	250,17	250,17	50,58	74,80
70	365,25	229,50	229,50	58,50	75,11
80	544,67	283,25	283,25	56,33	74,55
90	488,83	260,17	260,17	46,17	74,60
100	474,83	283,92	283,92	52,92	74,60
110	470,35	284,25	278,80	45,67	74,57
120	470,33	280,77	269,74	45,69	74,60

** DT : Température de séchage, PV : Viscosité de crête, BV: dégradation de la viscosité, FV: Viscosité finale, SV : rechute de la viscosité, PT : température de gélatinisation*

4. DISCUSSION

La couleur des farines de manioc séchées à des températures plus élevées était indésirable. La formation de gros morceaux et la rétention d'eau dans la farine à une température élevée étaient surtout dues à une gélatinisation partielle de l'amidon par endroits. Pour la plupart des amidons de tubercules, la gélatinisation débute autour de 70°C [2, 5]. L'amidon gélatinisé a attiré des particules de farine autour de lui pour former de gros morceaux après séchage. Une température de séchage plus élevée pourrait également mener à la formation de croûtes dans la farine ; empêchant la vapeur d'eau de s'échapper provoquant de ce fait la rétention d'eau dans le produit final. La température de séchage de la farine de manioc humide doit par conséquent être maintenue basse afin d'éviter la production de farines de qualité mauvaise et inacceptable. Une importante interaction entre le lipide, les protéines et les hydrates de carbone a été faite état par [6], en étudiant l'effet de l'amidon de manioc sur les caractéristiques du produit extrudé du manioc. La perte de blancheur observée dans la farine et l'amidon de manioc à des degrés plus élevés de température de séchage pourrait en conséquence être attribuée à la caramélisation de l'hydrate de carbone et à la réaction brunâtre de Maillard.

L'effet du séchage de la farine de manioc à des températures relativement élevées a également influé sur le rendement en amidon. La gélatinisation partielle de l'amidon au stade de séchage a mené également à la réduction du rendement en amidon à température élevée. Le rendement en amidon à des températures de séchage moins élevées de 50 et 60°C était acceptable et comparable à ceux rapportés par [7]. La couleur, l'odeur et l'acidité de l'amidon sont également des paramètres importants dans l'évaluation de la qualité de l'amidon. Les amidons produits présentaient des valeurs acceptables pour ces paramètres. La valeur pH relativement élevée enregistrée est révélatrice de l'absence de moisissure et d'autres impuretés dans la farine [3].

Des valeurs élevées du pouvoir de gonflement sont souhaitables, mais des valeurs claires ne sont pas fournies dans les documentations. Les valeurs du pouvoir de gonflement enregistrées dans l'amidon produit étaient relativement élevées et souhaitables. Ces résultats correspondent à ceux trouvés dans le rapport Post harvest System Project (PSP) sur les possibilités de commercialisation de l'amidon et de production d'une farine de qualité supérieure à partir du manioc et de la patate [8]. La variation observée dans les caractéristiques de gélatinisation de l'amidon ont indiqué qu'une température élevée de séchage affectait la force et la nature des forces associées au sein de le réseau de l'amidon qui à son tour pourrait avoir affecté la capacité de rétention et de réduction d'eau dans la viscosité de crête. La viscosité de crête la plus élevée a été observée à 50°C. Une température de séchage accrue a provoqué la réduction de la rigidité produite par la cuisson, ce qui représente la mesure de la retombée.

5. CONCLUSION

De l'amidon acceptable et de bonne qualité peut être produit à partir de la farine de manioc. La température de séchage de la farine de manioc doit se situer dans la fourchette de 50-60°C afin d'obtenir un rendement meilleur et des propriétés physico-chimiques et fonctionnelles acceptables d'amidon qui satisfont la demande de qualité actuelle sur le marché.

REFERENCES

[1] Niba, L.L., M.M. Bokanga, F.L. Jackson, D.S. Schlimme, B.W. Li (2002). Physicochemical Properties and Starch Granular characteristics of Flour from Various *Manihot Esculenta* (Cassava) Genotypes, Journal of Food Science 67 (5), 1701–1705.
[2] Udensi, E.A., A.U.C. Ukozor, F.C. Ekwu 2005. Effect of Fermentation, Blanching, and Drying Temperature on the Functional and Chemical Properties of Cassava Flour International Journal of Food Properties (8), 1: 1171 – 177
[3] FAO, 1977. Development of cassava processing and its future. Quality control of cassava product, cassava starch and uses. Food and Agricultural Organisation of the UN Report, Pp, 1-35
[4] Leach *et al*., 1959, Methods for swelling power and solubility determination. Cereal Chem. (36), P. 534.
[5] Olomo, V., Ajibola O., 2003. Processing Factors Affecting the Yield and Physicochemical Properties of Starch from Cassava Chips and Flour, Starch - Stärke Vol. 55, (10), 476 – 481.
[6] Badrie N, Mellowes WA (1992). Cassava starch or amylase effects on characteristics of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) extrudate. J. Food Sci. 57: 103 –107.
[7] Nwabueze, T. U. and Odunsi, F. O., 2007. Optimization of process conditions for cassava (*Manihot esculenta) lafun* production. African Journal of Biotechnology Vol. 6 (5), pp. 603-611, 5 March, 2007, Available online at http://www.academicjournals.org/AJB.
[8] Post-harvest System Project (PSP). 1999. Marketing opportunity for starch and high quality flour production from cassava and potato. Resources and Crop management Division, ESAR, IITA, Kampala, Uganda.

Cas d'une unité de transformation du manioc au Cameroun

Case of a cassava-processing unit in Cameroon

Honorine MANDJOUNG ONGMOKAN
Directeur Général de Utram, Cameroun

Séquence 1 : la connaissance de la plante

Dans la connaissance de la plante, nous avons parlé des techniques cultural, des semences améliorées à haut rendement en passant par les différents partis de la racine, à savoir le liège, le cortext, représentant les deux peaux qui enveloppe le cylindre central, et le cylindre central étant la partie consommable ou transformable de la racine . Nous avons essayé de voire l'importance du manioc sur tous les plans.

l'importance du Manioc

Le manioc occupe une place considérable dans l'agriculture Camerounaise, en raison de sa contribution à la sécurité alimentaire et la création des emplois.

La contribution du manioc à la sécurité alimentaire

Avec une production nationale estimée à plus de deux millions de tonne des racines de manioc par an, le manioc joue un rôle majeur à la sécurité alimentaire du pays et de la sous régions; le manioc est avant tout cultivé pour ses racine, mais aussi pour ces jeunes feuilles consommées en légume, on consomme surtout les racines en foufou, gari, miondo, bobolo, Mitoumba ou simplement bouillies. Pour satisfaire la demande, le Cameroun devra produire cinquante millions de tonnes des racines de manioc par an, afin de répondre aux besoins alimentaires et industriels.

La contribution du manioc à la lutte contre la pauvreté

A partir des statistiques effectuées dans les différentes localités, et compte tenu de la volonté exprimée par les paysans à cultiver le manioc, 90% de la population rurale cultive le manioc de manière traditionnelle, alors que la production industrielle du manioc peut encore créer plusieurs emplois supplémentaires à la production, à la transformation, et à la commercialisation. Les unités installées à zone rurale créent des emplois dans les zones où sont installées ses unités et freinent ainsi l'exode rurale et participe aussi à la lutte contre la pauvreté.

En claire la plante du manioc représente le cacao des femmes, et joue un rôle très important pour son épanouissement.

Séquence 2 : Les outils de production (les équipements)

Loin de mener une étude approfondie et technique des outils de production, une observation a été faite à deux niveaux ; dans le but de déceler les problèmes qui peuvent gravement influencer les rendements ou contribuer à dégrader les produits finis ou causer facilement les accidents pendant le travail.

Il s'agit de :

1) L'observation à vide des machines et outils de production

2) L'Observation à plein travail

Pendant l'observation susmentionnée, bon nombre des failles ont été décelées malgré l'aspect luisant des équipements comme ci-dessous indiqué.

Outils et Equipements	Problèmes décelés
Véhicule	Manque de véhicules pour l'approvisionnement en matière première
Balance *Couteaux*	Rien à signaler
Bac de lavage	Rien à signaler
Râpe	Tambour inapproprié, moteur non protégé, surface de réception de la pulpe inapproprié, moteur tournant à sens inverse
Tamis manuel	Tamis très petit et non doublé freinant ainsi le travail
Bac de sédimentation	Bac très petit et vanne d'évacuation inappropriée
Presse à égoutter	Inapproprié pour l'amidon
Séchoir et bâches	Séchoir électrique inopérant, insuffisance des bâches de séchage au soleil
Moulin	Moulin très lent, approprié pour les petites productions
Soude sac	Lent dans son travail
Magasin	Sol nu (manque de palette)

En dehors de ces observations sur des outils et équipements, il existe aussi un manque de production réel et de suivi qui pourra permettre de déceler les vraies défaillances des machines.

ROLE DE CHAQUE OUTILS ET EQUIPEMENT

Eléments du processus	Outils et équipements
Approvisionnement	Véhicule
Pesage	Balance
Epluchage et pesage	Couteaux et balance
Lavage	Bac à laver
Râpage	Râpe motorisée
Tamisage	Tamis manuel
Sédimentation	Bac
Egouttage	Presse manuelle et hydraulique
Séchage	Séchoir électrique et bâches
Sassage	Moulin à marteaux
Conditionnement	Soude sac, plastique et sacs

Séquence 3 : Les différentes techniques d'épluchage du manioc

Dans cette opération très importante qui participe énormément au taux de rendement des produits finis, nous avons trouvé que l'unité de Pouma ne pouvais pas être rentable en épluchant les racines de manioc d'une manière traditionnelle. Nous avons inculqués aux participants les techniques d'épluchage rentable et rapide. La leçon a été retenue à 80% par les participants, car pendant la pratique, nous avons enregistré un taux de déchets d'épluchage variant de 8 à 12% hors avant nos techniques, le taux que nous avons trouvé était de 25 à 35 % de déchets. Nos techniques d'épluchage ont été appréciées par tous les participants et dirigeants UTM-POUMA .



Séquence 4 : Les différents étapes de l'extraction d'Amidon

La transformation des Racines de manioc en Amidon passe par 10 étapes à savoir :

1- La réception et pesage des Racines ;

Ces deux opérations consistent à recevoir les racines aux seins de l'Unité et de déterminer son tonnage, le tonnage étant l'élément clé pour les différents calculs des taux de rendements.

2- Epluchage et contre pesage :

L'épluchage permet de débarrasser la racine du liège et du cortext qui sont les deux peaux du manioc afin d'obtenir le cylindre central qui est la partie consommable ou transformable. Puis nous faisons le contre pesage pour déterminer le tonnage réel des cylindres.





3- Le lavage:

Le lavage est une opération qui consiste à laver les cylindres afin de leurs débarrasser de la boue et de grains de sables. Le lavage ce fait en deux temps.

4. Le râpage:

Le râpage sert à rendre le cylindre en une pulpe ou patte afin de libérer les granules d'Amidon. Le râpage est une étape très importante car, quand les cylindres sont mal râpés, le rendement n'est pas bon dans UTM de Pouma, nous avons recommandé un double râpage pour un rendement acceptable.



5- Le tamisage:

Le tamisage consiste à laver la pulpe râpée pour obtenir le lait qu'on laisse se sédimenter afin d'avoir la pâte d'Amidon.





6- La sédimentation et la décantation:

La sédimentation est le temps qu'on laisse au lait de se déposer en pâte d'amidon afin de séparer l'eau de cette pâte après décantation.

7-L'égouttage :

L'égouttage est une opération de pré séchage des produits, cette étape se fait en plusieurs manières (manuel et mécanique).

8- Le séchage :

Le séchage c'est l'opération qui permet de passer de la pâte d'Amidon en poudre d'Amidon. Le taux d'humidité recommandé est de 10% à 12 %.

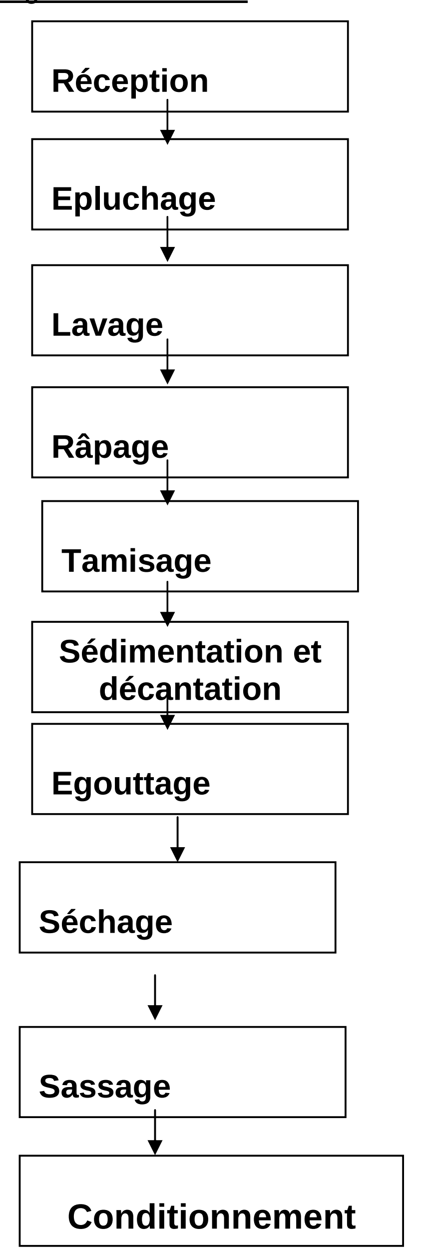
9- La sassage :

Le sassage c'est le moulinage de l'Amidon afin d'avoir un aspect extra -fin .

10- Le conditionnement :

Le conditionnement sert à protéger des produits, et à le mettre dans les différentes formes sollicitées par les clients.

Processus d'Extraction des granules d'Amidon





Le cas une unité de transformation du manioc au Cameroun.

utramcameroun@yahoo.fr
prodaf2@yahoo.fr

Actes du 1er Atelier International
Potentialités à la transformation du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Afrique de l'Ouest

Proceedings resulting from the 1st International Workshop
Potential of Cassava (Manihot esculenta* Crantz*) Processing in West Africa

04-07 Juin / June 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire

Sous-Thème 2.2:
Caractérisation rhéologique et sensorielle du manioc et produits dérivés

Sub-Topic 2.2:
Rheological and sensory characterization of cassava roots and derived products

G. Amani, C. Nindjin, B. N'Zué, A. Tschannen, D. Aka (éditeurs), 2007. Potentialités à la transformation du manioc (Manihot esculenta Crantz) en Afrique de l'Ouest, Actes de l'atelier international UAA-CSRS-CNRA-I2T, 4-7 juin 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire, 341p.

Propriétés d'amidonnage de variétés sélectionnées de manioc et celles d'un extrait d'amidon commercial

Starchy properties of selected cassava roots and of a commercial stiffening agent

Charlemagne NINDJIN,
Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS) en Côte d'Ivoire, 01 BP 1303 Abidjan 01

Yao YAO, N'Guessan Georges AMANI
UFR Biosciences, Université d'Abobo-Adjamé, BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire

Cette étude a eu pour objet de comparer la clarté et les propriétés de texture d'une série de gel d'amidon de variétés sélectionnées de manioc à celles d'un produit commercial d'amidon de manioc utilisé dans le textile. En vue de déterminer la clarté des gels, la transmittance a été mesurée à 650 nm au moyen d'un spectrophotomètre. Un *Back-extrusion* au moyen d'un TA-XT2i a été effectué en vue de mesurer la viscosité du gel. Les gels d'amidon de variétés sélectionnées de manioc, à savoir 98/0002 and Yavo étaient plus clairs et plus visqueux que ceux de l'amidon commercial. Les variétés sélectionnées de manioc ont montré une corrélation positive entre la concentration des gels et la clarté, pendant que l'amidon commercial a présenté un effet contraire. Cette étude a montré une application non alimentaire de nouveaux amidons naturels en tant que agent d'amidonnage dans le domaine du textile.

Mots-clés: manioc, amidon, texture, amidonnage

1 INTRODUCTION

Le manioc fait partie des produits vivriers les plus importants en côte d'Ivoire. Il vient au second rang du point de vue de la production après l'igname [1]. Sa production est estimée à 1'900'000 tonnes de racines [2]. La production industrielle d'amidon vise aussi bien la couverture des besoins alimentaires que de nombreuses autres applications. Ainsi en 1994 des 6,6 millions de tonnes d'amidon produits par l'Union Européenne et représentant 24% de la production mondiale, le secteur alimentaire a consommé 55% dans le domaine de la boisson, du sirop de glucose et dans les ingrédients alimentaires ; 45% de cette production a servi au secteur non alimentaire des industries du papier, des adhésifs, des produits pharmaceutiques, du textile, etc [3]. Plus de 70% de cet amidon proviennent des céréales (maïs et blé) et moins de 30% proviennent des racines et des tubercules principalement de la pomme de terre, du manioc et la patate douce [4]. Les applications diverses des amidons sont essentiellement dues à leurs propriétés physiques, chimiques, rhéologiques et fonctionnelles [5]. Dans le domaine agroalimentaire, ces propriétés participent à la texturation, à l'épaississement et à bien d'autres caractéristiques de divers Aliments [6]. En Côte d'Ivoire, les industries textiles et alimentaires, les petites et moyennes entreprises alimentaires importent l'amidon pour leurs fabriques à causes de sa production qui ne peut satisfaire le marché local, alors que la demande d'amidon de qualité ne cesse de croître. Aussi la clarté des amidons de différentes origines s'avère-t-elle très importante pour leur sélection en vue d'une utilisation optimale et adéquate [7] et [8].
La vulgarisation et la valorisation rationnelle de l'amidon impliquent la connaissance préalable de ces caractéristiques [9]. Cette étude consiste à caractériser l'amidon des nouvelles variétés de manioc à travers leurs propriétés d'amidonnage afin de recueillir des aptitudes fonctionnelles susceptibles de favoriser leur valorisation et leur vulgarisation.

2 EXPERIMENTATION

2.1- Matériel végétal

De nouvelles variétés sélectionnées de manioc YAVO et 98/0002, issus de la collection de l'IITA au Nigeria et introduites en Côte d'ivoire ont été utilisées. En plus de ces deux variétés sélectionnées, un produit manufacturé et commercialisé d'extrait d'amidon de manioc a été acheté dans une grande surface d'Abidjan et utilisé comme produit témoin.

2.2 Matériel technique

La balance Electronique ``Mettler Toledo AG 204 detta Range d'une capacité maximum de 210 g a servi à mesurer la masse des échantillons qui ont été utilisés lors des tests.
L'appareil utilisé pour la mesure des propriétés de texture est le TA-XT2i (stable micro-system).
Le model d'appareil utilisé pour la mesure de la clarté était le DU-7 Spectrophotomètre Beckman (USA). La clarté a été mesurée en pourcentage de transmittance. On définit la Transmittance (T) comme le rapport, exprimé en pourcentage, de l'intensité lumineuse transmise (I) sur celle de la rayon incident (I°) : T=I/I°

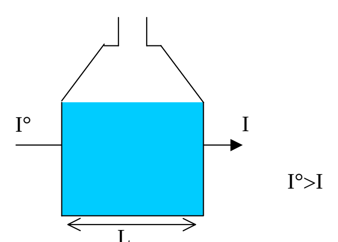


Figure 1 : Faisceau de lumière traversant une solution absorbante

2.3. METHODES

L'amidon a été extrait à partir du manioc brut selon la méthode décrite par AMANI [6].
La matière sèche des échantillons d'amidon est déterminée par gravimétrie avec une balance chauffante (LP 16, Mettler-Toledo, Greifensee, Switzerland) à 120°C pendant 10 min, en double.
La préparation des gels d'amidon s'est faite selon la méthode de CRAIG et al.[7]. Ainsi, le système de préparation des gels (poids pour poids-p/p) sur la base sèche (bs) pour une concentration C donnée du gel nécessite une prise d'essai de Xg

d'amidon. Cette prise est directement recueillie dans des tubes (Erlenmeyers) et l'on complète avec de l'eau distillée jusqu'à la masse finale M requise. Les tubes sont fermés et placés au bain marie à une température de 100°C pendant 30 minutes. Pendant la cuisson du gel, les tubes sont agités régulièrement et vigoureusement chaque 5 minutes. Le gel ainsi formé est prêt pour l'analyse après refroidissement à la température (26±1°C) du laboratoire. La prise d'essai de Xg pour obtenir une solution d'amidon à C % et pour une masse finale M est donnée par la formule suivante : X = C x M / MS
où MS=matière sèche de l'échantillon d'amidon.

1.

2. Pour obtenir 10 g de gel à 1%, la prise d'essai de l'amidon est : X = 1x10 / MS

3.

Tableau 1 : Poids de la poudre d'amidon prélévée en fonction de la concentration du gel

	Poids de l'amidon (en g) selon la concentration des gels (%)			
Produits	2%	3%	4%	Temps de cuissc
98/0002	1,60	2,40	3,20	30
YAVO	1,60	2,40	3,20	30
Amidon commercial	1,60	2,40	3,20	30

Concernant les mesures intsrumentales au TAXT2i, les échantillons ont été prélevés avec un cylindre de 5 cm de diamètre et 5 cm de hauteur. L'échantillon ainsi obtenu est posé sur le socle du TAXT2i et au moyen d'une sonde dont le disque est de 35 mm de diamètre, un "back-extrusion" a été appliqué. C'est un mouvement de compression qui provoque une extrusion de l'échantillon vers le haut et de part et d'autre de la sonde. La sonde est descendue au contact de l'échantillon avec une force de 3 g, et avec une vitesse de 1,5 mm/s. Puis l'échantillon a été extrué à une vitesse de 2 mm/s jusqu'à 75 % de sa hauteur vers le bas, soit 15 mm, avec une force de 50 g. Après l'extrusion la sonde remonte à une vitesse de 2 mm/s.



Figure 2 : Back-extrusion d'un gel d'amidon au TAXT2i

2.3 Traitement statistique

Les analyses statistiques des différents résultats ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS version 8.2`SAS (Institue Inc, cary, NC USA). Un modèle d'analyse de variances a deux facteurs qui sont le type d'amidon et la concentration de la solution ont été effectuées sur les variables repoenses que sont les propriétés de texture et la clarté. Une analyse mutivariée en composantes principales et des régressions linéaires ont été effectuées.

3 RESULTS

3.1 Test de normalité des données

Le Tableau II montre qu'il n'y a pas d'effet répétition. Cela indique que la répétition de la préparation des concentrations des gels (3 fois) a été effectuée sans variation significative et cela pour tous les types d'amidon. Ainsi, la variation des intensités des propriétés de texture des gels sont fonction que du type d'amidon et de la concentration du gel et non des facteurs externes. En conséquence, des analyses paramétriques peuvent être effectuées sur ces données.

Tableau II : Analyse de variance des propriétés de texture des gels d'amidon

		F value (Pr>F)				
Propriétés	R 2	Ech	Pc gel	Rep	Ech-Pc gel	Ech-Rep
Clarté	0,99	479,38 ***	19,26 ***	3,03 ns	18,85 ***	2,05 ns
Fermeté	0,97	41,11 ***	59,14 ***	0,14 ns	18,93 ***	1,28 ns
Cohesivité	0,97	45,13 ***	56,48 ***	0,49 ns	13,00 ***	1,14 ns
Consistance	0,95	48,09 ***	38,96 ***	0,09 ns	1,52 ns	0,61 ns
Viscosité	0,97	58,52 ***	62,24 ***	0,54 ns	5,73 **	0,18 ns

F value et degré de liberté sont connus pour les sources de variation (trois produits, trois répétitions) **,***, niveau de signification respectivement à 1% et 0.1%, ns: non significatif, R^2 (indicateur des variances expliquées par le test F), Ech = échantillon, Pc-gel = Pourcentage-gel, Rép = Répétition

3.2 Analyses en composantes pricipales

Deux dimensions ou axes expliquent majoritairement les variances (98%) des variétés et propriétés de texture (Figure 3). La dimension 1 en explique (87%) et la dimension 2, représente (11%). L'analyse en composantes principales permet de classer les échantillons en 4 groupes:

- les gels d'amidon à 3 % et 4 % de 98/0002 forment un groupe positivement corrélé à l'axe1,
- les gels d'amidon à 2, 3 et 4 % de Yavo et à 2 % de 98/0002 qui constituent le second groupe sont positivement corrélés à l'axe2,
- le troisième groupe composé du gel à 2 % d'amidon commercial est expliqué par l'axe1 auquel il est négativement corrélé.
- le quatrième groupe composé du gel à 3 % et 4 % d'amidon commercial est corrélé de façon négative à l'axe2

Les propriétés fonctionnelles étudiées, la fermeté, la cohésivité, la consistance, la viscosité et la clarté sont positivement corrélées à l'axe1.

Les gels d'amidon de manioc 98/0002 aux concentrations de 3 % et 4 % sont ceux qui présentent une corrélation significative et positive avec les propriétés fonctionnelles étudiées, contrairement aux gels du produit commercial.

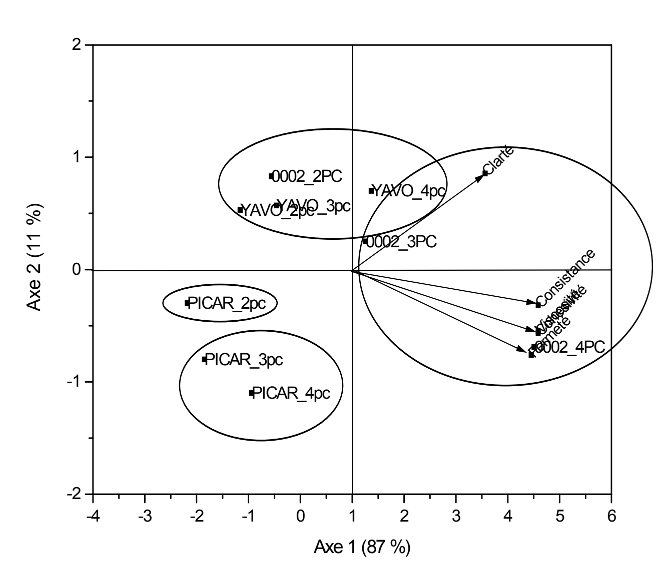


Figure 3: Analyse en composante principale des types d'amidon, des concentrations des gels et des propriétés fonctionnelles.

PICAR-2pc,3pc,4pc=gel d'amidon commercial à 2% ,3% ,4% ;
0002-2pc,3pc,4pc=gel d'amidon de 98/0002 à 2%,3%,4% ;
Yavo-2pc,3pc,4pc=gel d'amidon de yavo à 2%,3%,4%

3.3 Regression entre la clarté et la concentration du gel

Les figures 4 et 5 montrent que chez les variétés sélectionnées de manioc, plus la concentration du gel d'amidon augmente plus la clarté du gel est nette.

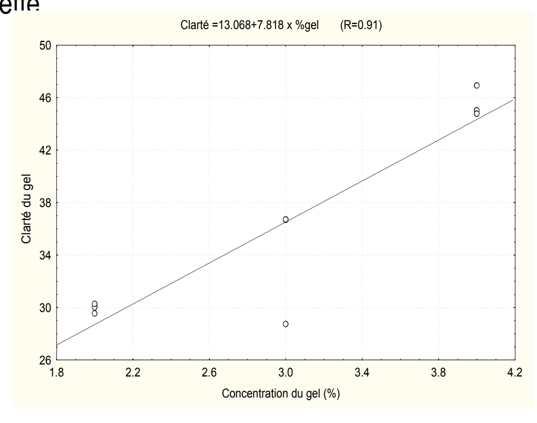


Figure 4 : Régression linéaire entre la clarté et la concentration du gel d'amidon de manioc YAVO

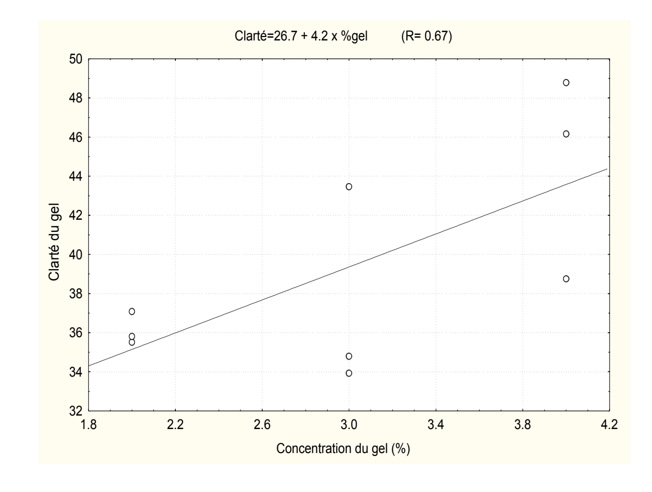


Figure 5 : Régression linéaire entre la clarté et la concentration du gel d'amidon de manioc 98/0002

Par contre l'amidon commercial présente un effet contraire aux produits précédents. En effet, plus la

concentration augmente plus on assiste à une baisse de la clarté.

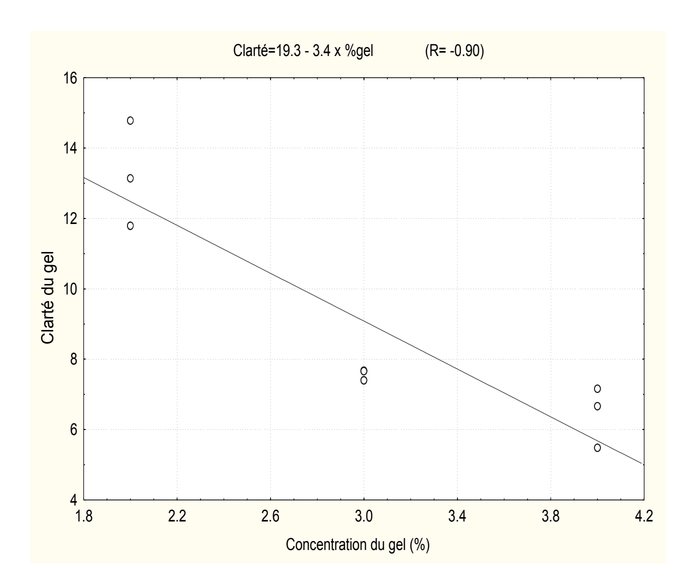


Figure 6: Régression linéaire entre la clarté et la concentration du gel d'amidon commercial

4 DISCUSSION

Au refroidissement à 27°, la viscosité de l'amidon natif, des variétés YAVO et 98/0002 augmente en fonction des pourcentages du gel et cela s'expliquerait par la nouvelle organisation (semi cristalline) des macromolécules. Selon CHUZEL [10], lorsque le taux de chute et l'indice de gélification sont faibles, la consistance finale après refroidissement présente de meilleures propriétés gélifiantes et épaississantes. Ainsi de l'amidon des trois variétés de manioc étudié, l'amidon de 98/0002 apparaît le mieux adapté pour de telles applications.

Les gels d'amidon de manioc 98/0002 à la concentration de 3 % et surtout à 4 % présentent les meilleures aptitudes pour l'amidonnage du textile.

L'accroissement du pourcentage de transmittance avec l'évolution de la température montre que la clarté évolue avec le phénomène de gélatinisation car la température de gélatinisation de la plupart des produits amylacés se situent entre 65 et 80°C sauf la pomme de terre et le manioc dont la température de gélatinisation se situe entre 55 et 65°C [11]. La température de la gélatinisation et donc la gélatinisation s'avérerait être un facteur influençant le pourcentage de la lumière transmise à travers le gel d'amidon. Les dispersions obtenues après gélatinisation ont ainsi une transparence beaucoup plus importante que celles des solutions aqueuses d'amidon de départ ([12] ; [13]). Le faisceau lumineux entrant en collision avec le gel rencontre de moins en moins de structures réfléchissantes et l'intensité de la lumière transmise est de plus en plus importante [7]. Ainsi donc la faible clarté chez le gel d'amidon commercial pourrait correspondre à une faible gélatinisation de ses amidons, contrairement aux amidons des produits nouveaux qui gélatinisent mieux et conduisent à des gels plus claires.

5 CONCLUSION

Il s'avère que les gels d'amidon des nouvelles variétés de manioc, YAVO et surtout 98/0002 présentent plus d'aptitudes à l'amidonnage que celui de l'amidon commercial. Du point de vue de la clarté, il est à noter que cette propriété est beaucoup influencée par la concentration du gel. Ainsi donc les gels d'amidon à 4 % des variétés YAVO et 98/0002 présentent une clarté plus élevée. Cette clarté est influencée par plusieurs facteurs dont l'un des plus importants est la gélatinisation.

Des essais ultérieurs consisteraient à accroître la gamme de concentraion des gels afin de déterminer la concentration optimum d'amidonnage. Des analyses microscopiques des phénomènes de gélatinisation des amidons des nouvelles variétés de manioc en fonction de la concentarion de gel est nécessaire pour une meilleure compréhension de leur clarté comparativement aux gels d'amidons vendus sur le marché. Cette étude contribue également à faire des orientations aux agronomes dans le cadre de l'évaluation des variétés améliorées en vue de répondre favorablement aux attentes de qualité recherchées par des utilisateurs industriels et artisanaux dans le domaine de l'amidonnage ou autres utilisations.

REFERENCES

[1] ANONYME: Série stat agric, édition nov 1998 DSDI/MINAGRA (2004).

[2] FAO: Production year Book vol 55, Rome (2005)102 P.

[3] DE COCK P: Functional properties of starch / Methods and applications. Agro-Food-Industry Hi –Tech. 7, (4), (1996)18-22.

[4] HENRY G., WESTBY A: Global cassava end-uses and markets :current situations and recommendations for further study. Final report of FAO consultancy. Cirad-amis, Montpellier, France (1998) 48 P.

[5] BULEON A., COLONNA P., LELOUP V., Les amidons et leurs dérivés dans les industries des céréales. IAA, 6, (1990) 515-532.

[6] AMANI N. G: Propriété physico-chimique et moléculaire des amidons d'igname (Dioscorea spp) cultivée en côte d'ivoire. Relation avec la stabilité des gels au traitement technologique. Thèse d'Etat Université d'Abobo Adjamé Abidjan Côte d'Ivoire (2002) 203 P.

[7] CRAIG A. S. S., MANINGAT C. C., SEIB A P., HOSENEY R. C.: Starch paste clarity. Cereal chem., 66, (1989)173-182.

[8] ZHENG G.H., HAN H. L., BHATTY R. S.: Physicochimical properties of zero amylase Hull-less Barley starch. Cereal chem., 75, (1998) 520-524.

[9] DELPEUCH F., FAVIER J. C: Caractéristiques des amidons de plantes alimentaires tropicales .Ann.Techn.Agric (1979) 809-826.

[10] CHUZEL G.: Amélioration technique et économique du procédé de fabrication de "l'amidon aigre du manioc". Amélioration de la qualité des aliments fermentés à base de manioc. Congrès sur l'amidon aigre de manioc. 17-20 / 06/ 91 CIAT – CALI. Colombie, (1991) 5-7.

[11] DELPEUCH F., FAVIER J C.: Caractéristiques des amidons de plantes alimentaires tropicales: Action de l'alpha amylase, gonflement et solubilité. Ann. Technol. Agric ; 29 (1), (1980) 53-67.

[12] NUESSLI J ., HANDSCHIN S ., CONDE-PETIT B ., ESCHER F.: Rheology and structure of amylopectin potato starch dispersions without and with emulsifier addition. Starch / stärke, 52, (2000) 22-27.

[13] LIZUKA K., AISHIMA T.: Starch Gelation Process observed by FT-IR / ATR spectrometry with Multivariate Data Analysis. Journal of Food sciences, 64 (4), (1999) 653-658.

Caractérisation rhéologique des systèmes d'amidon de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) extraits pour le développement de la texture des produits transformés

Rheological Characterization of Isolated cassava (Manihot esculenta Crantz*) Starch Systems with respect to Texture Development of Processed Food*

Valentine KOUAMÉ [1,2], N'Guessan Georges AMANI [2], Stephan HANDSCHIN [3], Beatrice CONDE-PETIT [3]

[1]Swiss Centre for Scientific Researches, 01 BP 1303 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

[2]UFR Biosciences Université d'Abobo-Adjamé, BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire

[3]Institute of Food Science, Swiss Federal Institute of Tecnology (ETH), CH-8092 Zurich, Switzerland

Des amidons isolés à partir de certaines variétés de manioc *Manihot esculenta* ont été préparés dans diverses conditions de température et de temps et caractérisés à l'aide de l'analyse calorimétrique différentielle (ACD), du titrage à l'iode, de la microscopie photonique et de la rhéologie, puis comparés à l'amidon d'igname. L'observation à la microscopie photonique a révélé une différence de morphologie des granules lors du chauffage. Les différences qui existent entre amidons de manioc et d'igname ont été mises en évidence par l'ACD. Toutefois, les plus grandes différences entre les amidons d'igname ont été trouvées en termes de comportement rhéologique. L'amidon d'igname présente une viscosité stable pendant le traitement thermique poussé en utilisant le viscograph. L'enthalpie de l'amidon d'igname est plus élevée que celle de l'amidon de manioc, mais la température de pointe est basse. L'amidon de manioc peut être utilisé dans des sauces et dans les produits à la crème grâce à leur stabilité pendant une longue conservation et leur pouvoir de d'épaississement.

Mots clés : féculents, gélatinisation, comportement de viscosité, propriété rhéologique

1 INTRODUCTION

Le manioc (manihot esculenta crantz) est la plus importante culture vivrière en Côte d'Ivoire, après l'igname. En 1992, la production de manioc était estimée à 1.582.000 de tonnes, et, elle continue d'augmenter [1].

La plupart des amidons utilisés dans les industries alimentaires sont produits par extraction à partir du maïs, du manioc, de la patate douce, du blé ou du riz. Les tubercules de manioc constituent d'autres possibilités de source d'amidon qui pourrait être utilisé comme ingrédient alimentaire mais qui n'a pas encore été étudié au point de vue commerciale [2].

L'amidon fait partie des agents épaississants et gélifiants les plus importants en alimentation [3].

La présente étude vise à caractériser les propriétés rhéologiques de l'amidon de manioc isolé, son état de gonflement et de désintégration dans une solution aqueuse.

Des dispersions d'amidon en faible concentration ont été préparées dans diverses conditions de température et de temps avec une forte concentration de gels d'amidon de manioc qui ont servi de systèmes de modèle alimentaire afin d'évaluer les propriétés de ces amidons à mesure que les agents épaississants et gélifiants étaient caractérisés. L'amidon d'igname a été inclus dans l'étude à des fins de comparaison. La concentration d'amidon a été maintenue constante à 3 g d'amidon sec/100 g de dispersion. Le degré de gonflement et de désintégration des granules a été déterminé qualitativement à l'analyse microscopique des échantillons légèrement colorés avec de la solution lugol. En outre, on a examiné la question de savoir si le titrage polarographique des dispersions d'amidon au

moyen d'une solution d'iode donne des informations sur la quantité d'amylose libérée.
Finalement, le comportement du flux des dispersions d'amidon a été déterminé en vue d'étudier la relation qui existe entre la structure et les propriétés rhéologiques.

2 EXPERIMENTAL

2.1 Matériels

Les variétés de manioc (M. esculenta) 98/0002, Yavo sont issues de la sélection faite par l'IITA du Nigéria, par l'hybridation de divers clones de manioc appartenant à la même espèce. La sélection de ces variétés repose sur leurs propriétés agronomiques [4]. En outre, deux variétés locales des espèces *D. alata* (Bêtè bêtè) et *D. cayenensis-rotundata* (Krenglè) ont été utilisées.

2.2 Extraction des amidons

Des amidons d'igname et de manioc ont été extraits en utilisant une méthode adaptée des procédures trouvées dans la documentation [5].

2.3 Préparation des dispersions d'amidon

Les tests de chauffage ont été effectués selon la méthode de [6]. Le dispositif est constitué d'une plaque chauffante (K-RCTbasic ; Ika Labortecnik, D) équipé d'un agitateur magnétique associé à deux thermomètres. L'un contrôle la température du bain-marie et l'autre la température de la dispersion. Pour l'ancienne procédure, 100g de suspension d'amidon natif (3g d'amidon sec/100g de dispersion) étaient chauffés dans un bécher (800 ml) placé dans un bain-marie. La suspension a été remuée avec un agitateur hélicoïdal à 170 tr-mn et chauffée de 60 à 85, 60 à 95 et à 95°C pendant 30 mn. La quantité d'eau évaporée a été déterminée par pesée et remplacée. Toutes les dispersions d'amidon ont été transférées dans des bocaux après le traitement thermique et refroidies au bain-marie à 25 °C pendant 25 mn.

2.4 Rhéométrie

Le comportement de flux des dispersions d'amidon préparées différemment a été déterminé à l'aide d'un rhéomètre à contrainte contrôlée Carri-Med (AR 2000, TA instruments USA) au moyen d'un cone-plate géométrique d'un diamètre de 6 cm et un angle de 1°59'. Les mesures ont été effectuées après préparation des échantillons à 25 °C. Les propriétés de flux ont été mesurées dans une étendue de variation de la contrainte de cisaillement de 0 à 30 Nm-2 en moins de 5 mn. En conséquence, les résultats sont représentés comme la viscosité comme une fonction de contrainte de cisaillement.
Cependant les propriétés viscoélastiques ont été déterminées dans des conditions de distorsion très faible, ce qui revient à dire dans des conditions non destructrices, ce qui permet d'obtenir les G' (modules conservateurs) et G " (modules dissipatifs) selon la contrainte de cisaillement à une fréquence de 1Hz et à des durées différentes de conservation (1h, 4h, 24h, 96h, 168h).

2.5 Méthodes viscographiques

La gélatinisation lors du chauffage de la suspension aqueuse d'amidon a été suivie à l'aide du Viscograph Brabender (Viscograph E, Brabender OHG, Duisgurg, Germany) à une concentration de 5,4 g d'amidon sec/100 g. Les échantillons ont été chauffés de 30 à 95°C avec une période de chambrage de 30 mn suivi du refroidissement à 50°C avec une autre période de chambrage de 30 mn. Les taux de chauffage et de refroidissement ont été réglés à 1,5°C/mn. Les viscogrammes ont été enregistrés en double et à cause de la congruence l'une est montrée pour chaque échantillon.

3 Résultats et discussion

3.1 Propriétés viscoélastiques de la dispersion d'amidon

L'augmentation de G' pendant la conservation des gelées d'igname traduit leur instabilité à la différence des gelées d'amidon de manioc qui sont stables pendant la conservation (fig.1).
Les variations des modules G' (élastiques) et G'' (visqueux), (G'>>G ") correspondent à un comportement élastique. Ces résultats ont été observés par MANUELA [7] sur des flocons de patates. L'évolution constante des modules G' et G'' des amidons de manioc pendant la

conservation, traduisait leur stabilité due à la dispersion totale de l'amidon.

3.2 Relation qui existe entre le gonflement et la solubilisation de l'amidon et le comportement de flux de la dispersion de l'amidon

Une représentation schématique de la relation qui existe entre le gonflement des granules, l'IBC et la viscosité est présentée dans la fig. 2. L'évolution morphologique des grains d'amidon pendant la cuisson dans la corrélation avec la viscosité et la quantité de fixation de l'iode avec l'amylose (fig. 5) examinée à 85°C mettent en évidence la disparition des polarisateurs croisés de la biréfringence avec une inflation des grains et une diffusion de l'amylase colorée en bleu. A cette température de cuisson la viscosité des gelées d'amidon est s'est accentuée par rapport à celle des gelées d'igname. La quantité d'amylose distribuée par les grains d'amidon de manioc a également augmentée par rapport à celle des amidons d'igname.

A 95°C, on note une présence de grains d'amidon dans la gelée d'amidon d'igname et une absence de grains dans la gelée de manioc.

4 Conclusions

Au vu des propriétés des différents amidons, l'utilisation industrielle de ces amidons serait possible dans divers domaines.

Ceux du manioc Yavo et ME98/0002 peuvent être utilisés dans des sauces et dans des produits à la crème grâce à leur stabilité pendant la conservation à long terme et leur pouvoir d'épaississement.

[1] J. B. Assanvo, G. N. Agbo, Y. E. N. Behi, P. Coulin, Z. Farah: Microflora of traditional starter made from cassava for "attiéké" production in Dabou (Côte d'Ivoire). Food control 2006, 17, 37-41

[2] S. Mali, C. Ferrero, V. Redigonda, A. P. Beleia, M. V. E. Grossmann, N. E. Zaritzky: Influence of hydrocolloids addition on yam (*Dioscorea alata*) starch pastes stability. Lebensm.-Wiss. u.-Technol. 2003, 36 47-481

[[3] J. Brunnschweiler, D. Luethi, S. Handschi, Z. Farah, F. Escher, B. Conde-Petit: Isolation, Physicochemical of Yam (*Dioscorea* spp.) Starch as Thickening and Gelling Agent. *Starch/Stärke* 2005, 57, 107-117.

4] E. Gondo, L. N. Diby, C. Nindjin, D. Soro, D. Dao, O. Girardin: Sélection participative de nouvelles variétés d'igname (*Dioscorea* spp.) dans la région de la vallée du Bandaman. *Agronomie Africaine* 2001, n°4 : Atelier National sur l'igname 9-28.

[5] N.G. Amani, F. Aboua, D. Gnakri, A. Kamenan: Etude des propriétés physico-chimiques de l'amidon de taro (*Xanthosoma sagittifolium)*. I.A.A, 1993, 3, 136-143.

[6] B. Conde-Petit, N. Jeannette, H. Stephan, E. Felix: Comparative characterisation of aqueous starch dispersions by a light microscopy, rheometry and iodine binding behaviour. *Starch/Stärke* 1998, 50, 184-192

[7] M. Lamberti: Structural Properties of Starch Containing Plant Cell Dispersion-Investigation on Instant Mashed Potatoes. Ph. D. Thesis No 15364, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, 2003.

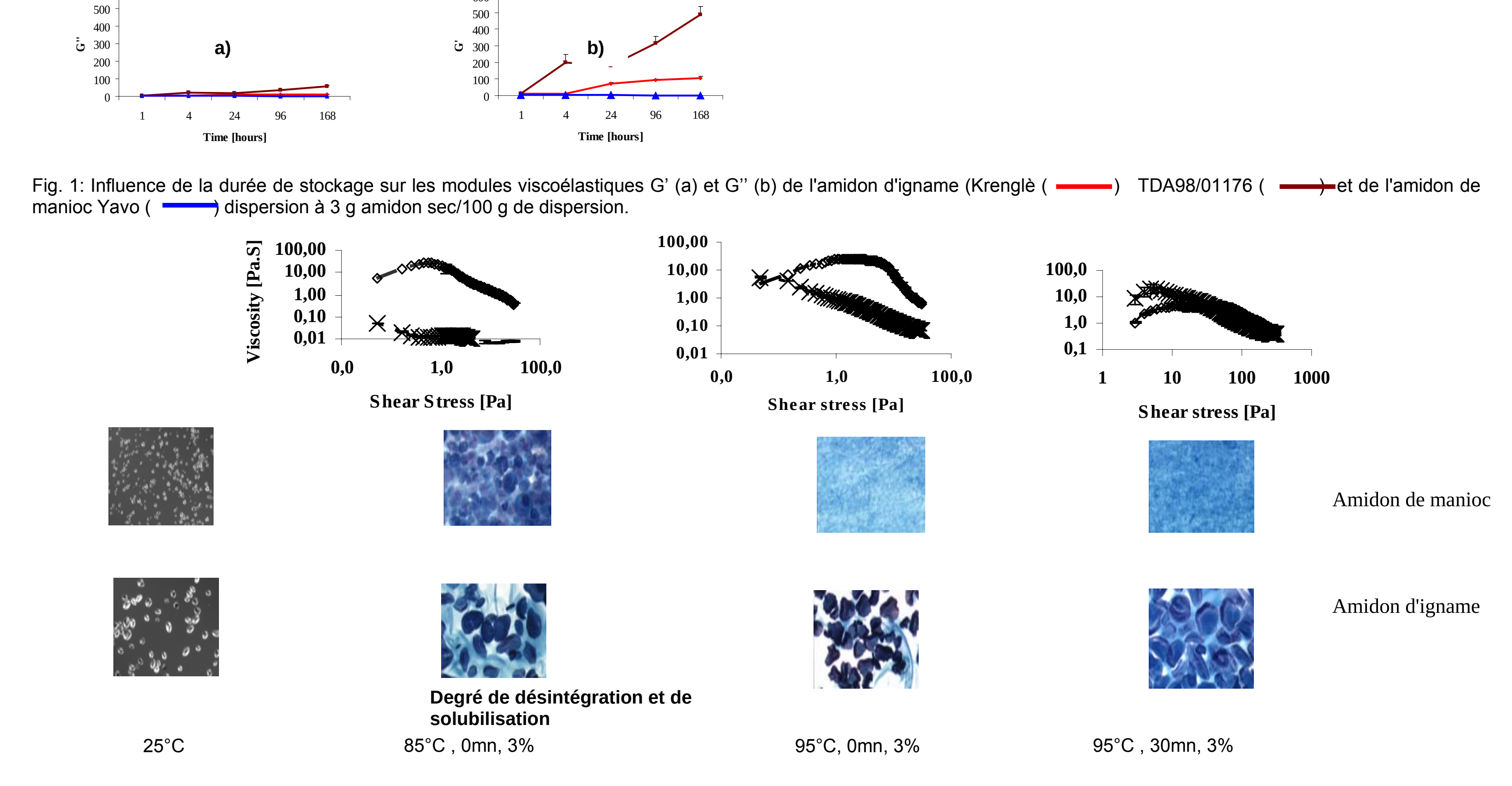


Fig. 1: Influence de la durée de stockage sur les modules viscoélastiques G' (a) et G'' (b) de l'amidon d'igname (Krenglè ( ) TDA98/01176 ( ) et de l'amidon de manioc Yavo ( ) dispersion à 3 g amidon sec/100 g de dispersion.

Fig 2: Représentation schématique de la microstructure de l'igname (×) et du manioc (Δ) dispersions d'amidon par rapport à la viscosité et la capacité de concentrer l'iode (CCI)

Profiling the textural attributes of *fufu* from cassava-plantain flour using sensory profile analysis

[1]Charlotte ODURO-YEBOAH, [1]Paa-Nii. T. JOHNSON, [2] Esther. O. SAKYI-DAWSON, & [2]Agnes S. BUDU
[1]Food Research Institute (CSIR), Box M. 20, Accra, Ghana
[2]Dept. Nutrition & Food Science, University, Ghana, Box LG 134, Legon

Texture is one of the key desirable sensory attribute of *fufu*, a cassava-based staple of most West Africans. As part of an optimization of the processing parameters for cassava-plantain f*ufu* flour, a convenience form of traditional pounded *fufu*, a sensory texture profile analysis (STPA) was carried out to assess and characterize the textural attributes of the reconstituted *fufu* flour with the help of a trained panel of ten individuals. Local foods that are common in Ghana were used as descriptors to exemplify the texture attributes being assessed. Pounded *fufu* was used as a control. Sensory attributes assessed include hardness, adhesiveness, gumminess and stickiness. Additional parameters assessed were rate and type of breakdown and mouth coating. Data were analyzed by analysis of variance and mean separations were calculated by the general linear model procedures. Typical ranges of some attributes were hardness (1.24- 1.99), gumminess (2.43-4.00) and adhesiveness (1.57 -2.71). With the exception of type of breakdown, all the residual textural attributes of the reconstituted *fufu* from the cassava-plantain flour samples were comparable with the pounded *fufu*. The study thus established that STPA can be effectively used as an objective method for assessing the textural attributes of cassava -plantain *fufu*.

Keywords: cassava -plantain *fufu* flour, sensory texture profile analysis, textural parameters.

1. INTRODUCTION

Fufu flour has been developed as a convenience form of the traditional pounded *fufu*. Its preparation involves efficient dehydration of pre-cooked cassava (*Manihot esculenta crantz*) and plantain (*Musa AAB)* ,followed by milling and mixing usually with either cassava starch. This product has become popular among middle income working families [1]. One of the key desirable sensory attribute of *fufu* is its texture. Like any other food, textural parameters like finger-feel and mouth-feel are important to the consumer in judging whether the reconstituted *fufu* flour is acceptable. Indeed, one could say that the texture determines the identity of a food product and is often a reason for liking or not liking a food and is an indicator of food quality [2].The purpose of this work was to apply sensory texture profiling to describe the sensory properties of *fufu* made from cassava- plantain flour using pounded *fufu* as the control.

2. EXPERIMENTAL

2.1 Materials

Fresh cassava (*Manihot esculenta Crantz*), variety *Yebeshie* and matured-green plantain (*Musa* AAB) variety *Apentu* and cassava starch, again from the variety,*Yebeshie* were used for the study. The raw materials were obtained from an experimental farm by Ministry of Food and Agriculture, Pokuase near Accra.

2.2 Sample preparation

Pounded Cassava-plantain fufu

Yebeshie cassava (2.6kg) and *Apentu* plantain (2kg) were cooked for 35minutes and pounded in the proportion of 50:50 with a 10kg pestle at an appropriate rate of 10 beats per minutes for about 20 minutes.

Cassava-plantain fufu flour

Hundred grams of different samples (Table1) were prepared in proportions determined by an optimization process for producing *fufu* flour from cassava and plantain [3]. These *fufu* flour samples were then reconstituted by adding 333 ml of water and cooking for 10minutes on an electric stove (General Electric) with the gauge set at medium heat. The *fufu* samples were hand-moulded into spherical balls and covered with an aluminium foil to prevent dehydration. The samples were then allowed to cool for at least 30 minutes before testing.

2. 3 Sensory Texture Profile Analysis (STPA)

STPA was carried out as described by [4] and [5]. The non-oral method was used because most consumers assess the texture of *fufu* manually.

2.4 Training of Panelists

Ten panelists were trained in assessment of the various textural parameters to be used. The textural parameters were rubberiness, stickiness, hardness, gumminess and adhesiveness. A pre-screening exercise was conducted in which the panelists were evaluated for normal sensory acuity through basic taste test and intensity ranking tests

(using the hardness scale) as described by American Standard Testing Methods [6]. The panelists who passed the pre-screening test were selected for further training.

In particular, panelists were made to appreciate the differences between mechanical and geometrical textural parameters; using a number of foods as standards. All the standard ratings were presented one at a time. A modified version of the standard rating scale was used [4]. The differences in the score were discussed until the entire panelists could rate the product within 0.5 point of each other. The mechanical and geometrical texture parameters were rated on an intensity scale.

Each cassava-plantain *fufu* flour sample and the pounded *fufu* were presented to the panelists at room temperature in partitioned booths under white light for assessment.

Table1. Weight Proportions of Plantain flour, Cassava flour and Cassava starch Used for the study.

Samples	Cassava flour (g)	Plantain flour (g)	Cassava starch (g).
$C_{50}P_{50}S_{30}$	50.00	50.00	30.00
$C_0P_{50}S_{30}$	0	50.00	30.00
$C_{50}P_{50}S_{40}$	50.00	50.00	40.00
$C_{50}P_{50}S_{20}$	50.00	50.00	20.00

Legend: $C_{50}P_{50}S_{30}$ represents flour sample with cassava: plantain: starch in the ratio 50:50:30.

2.5 Statistical Analysis

Data were analysed using the statistical Analysis system (SAS) package (version 10, SAS Institute, Inc., Cary, NC) Analysis of variance and mean separations were calculated by the general linear models procedures.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Tables 2 to 4 indicate the sensory textural ratings vary significantly from the initial stage of first bite through the chewing stage, to the final stage of swallowing. The dominant textural parameters for the cassava-plantain *fufu* flour were identified as gumminess, adhesiveness, stickiness and smoothness. Of the four *fufu* flour samples, $C_{50}P_{50}S_{30}$ appears to be comparable to the pounded *fufu* in terms of finger-feel characteristics such as stickiness and rubberiness.

Table 2. Initial sensory textural rating of reconstituted cassava-plantain *fufu* flour as compared with pounded fufu during first bite

Sensory textural parameters	Reconstituted *fufu* made from different proportions of cassava-plantain flour and starch				Pounded *fufu*
	$C_{50}P_{50}S_{30}$	$C_0P_{50}S_{30}$	$C_0P_{50}S_{20}$	$C_{50}P_{50}S_{40}$	
Finger- feel	v. s, m. r	m. s, l.r.	v. s. l.r	m. s,m. r	v.s,m.r
Hardness	1.71	1.99	1.24	1.71	1.83
Geometrical	smooth	smooth	m. smooth	v. smooth	smooth

Table 3. Sensory textural rating of reconstituted cassava-plantain *fufu* flour as compared with pounded *fufu* during mastication.

Sensory textural parameters	Reconstituted *fufu* made from different proportions of cassava-plantain flour and starch				Pounded *fufu*
	$C_{50}P_{50}S_{30}$	$C_0P_{50}S_{30}$	$C_0P_{50}S_{20}$	$C_{50}P_{50}S_{40}$	
Gumminess	2.54	4.00	2.43	2.71	3.51
Adhesiveness	2.71	1.57	1.71	1.86	2.5
Geometrical	smooth	smooth	m. smooth	v. smooth	smooth

Table 4. Sensory textural rating of reconstituted cassava-plantain fufu flour as compared with pounded *fufu* before swallowing

Sensory textural parameters	Reconstituted *fufu* made from different proportions of cassava-plantain flour and starch				Pounded *fufu*
	$C_{50}P_{50}S_{30}$	$C_0P_{50}S_{30}$	$C_0P_{50}S_{20}$	$C_{50}P_{50}S_{40}$	
Rate of Breakdown	Easily	m. Easily	Easily	Easily	l. easily
Type of Breakdown	Into smooth paste	Into paste	Into smooth paste	Into Paste	Into l. dense liquid
Mouth Coating	Easily coats	m. coats	l. coats	l. coats	No coating

Legend: v=very, s= sticky, m= moderately, r= rubbery, l =less

Fufu flour $C_0P_{50}S_{30}$ had gumminess value which was greater than that for the control in the masticatory phase. Moderate gumminess and adhesiveness are however desirable features for paste like foods [7]. The remaining *fufu* flour samples were preferred because their adhesiveness values were comparable to the control. All the other residual parameters were very similar except for the type of breakdown where it was observed that almost all the reconstituted forms of the cassava-plantain *fufu* flour broke down usually into paste-like substance while the pounded *fufu* did not. Pounded *fufu* rather changes from chunky bolus to less dense liquid. However, the reconstituted cassava-plantain *fufu* flours were like the pounded *fufu* in terms of gumminess, stickiness and smoothness which are usually strong consumers' desire. Thus, one could say that the good textural attributes of cassava- plantain *fufu* flours, when reconstituted, are their gumminess, smoothness and a reasonable degree of adhesiveness.

4. CONCLUSIONS

The standard rating scales that were developed and used enabled the panelists to carry out quantitative evaluation of the textural parameters of cassava-plantain *fufu* flour eliminating personal bias. The use of local foods to serve as rating scales and descriptors of textural parameters for

the cassava-plantain *fufu* flour enabled the panelists to carry out the proper evaluation of the food. The results were reproducible and consistent and the judgements of the panelists were close. STPA is therefore recommended for use in evaluating the texture attributes of cassava-plantain *fufu* flour and other paste like products. The STPA has thus been used to establish that reconstituted cassava-plantain *fufu* flour has the same sensory textural characteristics as pounded *fufu*.

5. REFERENCES

[1] Johnson, P-N.T, Gallat, S., Oduro-Yeboah, C, Osei-Yaw, A., & Westby, A. (2006) Sensory properties of instant fufu flour from four high-yielding Ghanaian cassava. *Tropical. Science,* 46 (1) 134-138.

[2] Wilkinson, C. Djkstherhuis, G.B. & Minekus, M(2001) From food structure to texture. *Trends Food Science Technol*. 11.442-450.

[3] Oduro-Yeboah, C. (2006) Optimization of process and product characteristics of fufu flour from cassava and plantain. M.Phil Thesis, University of Ghana.

[4] Bourne, M.C. (1990) *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*, 2nd edn. Pp 257 -290. Academic Press. London, UK.

[5] Bourne, M.C. & Szczseniak, A.S. (2003) Sensory evaluation-texture. In: *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (B. Caballero, L. Trugo & P. Finglas, eds) pp. 5167 -5174. Academic Press, Amsterdam, Netherlands.

[6] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING and MATERIALS(ASTM). (1981). *Manual on sensory Testing Methods.* ASTM Special Technical Publication 434, pp.3-10, ASTM International,Philadelphia, PA.

[7] Bourne M.C. (1978) Texture profile analysis. *Food Technol*. 32(7) 62-72.

6. ACKNOWLEDGEMENT

The sponsorship of the EU Cassava SMEs Project. Contract 1CA4-2002-1006 is gratefully acknowledged.

Caractérisation du profil sensoriel des propriétés de la texture du *foufou* à base de farines de manioc-banane plantain

[1]Charlotte ODURO-YEBOAH, [1]Paa-Nii. T. JOHNSON, [2] Esther. O. SAKYI-DAWSON, & [2]Agnes S. BUDU
[1]Food Research Institute (CSIR), Box M. 20, Accra, Ghana
[2]Dept. Nutrition & Food Science, University, Ghana, Box LG 134, Legon

La texture est une des caractéristiques organoleptiques essentiellement appréciée du *foufou*, un aliment à base du manioc, consommé par la majorité des habitants de l'Afrique de l'Ouest. Dans le cadre de l'optimisation des paramètres de traitement de la farine de *foufou* manioc-banane plantain, une forme prête à la consommation du *foufou* traditionnel pilé, un profil d'analyse sensorielle de la texture (PAST) a été élaboré en vue d'évaluer et de caractériser les caractéristiques de la texture de la farine de *foufou* reconstituée avec le concours d'un jury composé de dix individus ayant suivi une formation. Des produits alimentaires locaux populaires au Ghana ont été utilisés pour déterminer les caractéristiques de texture à évaluer. Le *foufou* pilé a été utilisé comme témoin. Les caractéristiques de texture évaluées concernent la dureté, l'adhésivité, la tendance à coller et la viscosité. Les paramètres complémentaires évalués sont la résistance à la rupture et l'enrobage dans la bouche. Les résultats ont été traités à l'aide de l'analyse de la variance et les écarts à la moyenne ont été calculées selon les méthodes générales des modèles linéaires. Les écarts-types de certaines caractéristiques sont : la dureté (1,24- 1,99), la tendance à coller (2,43-4,00) et l'adhésivité (1,57 -2,71). A l'exception de la rupture, toutes les caractéristiques de texture résiduelle du *foufou* reconstitué à partir des échantillons de farines de manioc-banane plantain sont comparables à ceux du *foufou* pilé. L'étude a par conséquent établi que le PAST peut être utilisé de façon efficace comme méthode objective pour évaluer les caractéristiques de texture du *foufou* de manioc-banane plantain.

Mots clés : *foufou,* farine manioc-banane plantain, profil sensoriel de texture, paramètres de texture.

1. INTRODUCTION

La farine de *foufou* a été élaborée comme une forme prête à l'emploi du *foutou* traditionnel pilé. Sa préparation passe par la déshydratation efficace de manioc (*Manihot esculenta crantz*) et de banane plantain (*Musa AAB*) précuits, suivi de la mouture et du pétrissage fait d'ordinaire avec de l'amidon de manioc. Ce produit alimentaire a largement été adopté par les familles à revenu moyen [1]. L'une des caractéristiques organoleptiques essentielles, très appréciées du *foufou est la texture*. Comme n'importe quel autre aliment, les paramètres de texture tels que la sensation au toucher par les doigts et la sensation buccale sont importants pour le consommateur qui juge à l'aide de ces moyens si la farine de *foufou* reconstituée est acceptable. En effet, on pourrait affirmer que la texture détermine l'identité d'un produit alimentaire et est souvent un facteur pour accepter ou pas un aliment. Elle constitue également un indicateur de la qualité des aliments [2]. Le présent travail a pour objectif de se servir du profil sensoriel pour décrire les propriétés du *foufou* préparé à partir de farines composées manioc-banane plantain en utilisant le *foufou* pilé comme témoin.

2. EXPERIMENTAL

2.1 Matériels

Le manioc frais (*Manihot esculenta Crantz*), variété *Yebeshie* et la banane plantain mature (*Musa* AAB), variété *Apentu* plus de l'amidon de manioc, variété *Yebeshie,* ont été utilisés pour l'étude. Les matières premières ont été obtenues dans une ferme expérimentale mise sur pied par le ministère de l'alimentation et de l'agriculture, à Pokuase non loin d'Accra.

2.2 Préparation des échantillons

Foufou de manioc-banane plantain pilé

Du manioc *Yebeshie* (2,6kg) et de la banane plantain *Apentu* (2kg) ont été préparés pendant 35 minutes, puis pilés dans la proportion de 50:50 à l'aide d'un pilon de 10 kg, à un rythme de 10 coups par minute pendant environ 20 minutes.

La farine de foufou de manioc-banane plantain

Une centaine de grammes de divers échantillons (Tableau 1) ont été préparés dans des proportions déterminées par un procédé d'optimisation destiné à

produire de la farine de *foufou* à partir du manioc et de la banane plantain [3]. Ces échantillons de farine de *foufou* ont été ensuite reconstitués en ajoutant 333 ml d'eau et en faisant cuire pendant 10 min sur une cuisinière électrique (General Electric) avec l'indicateur réglé sur feu moyen. Les échantillons de *foufou* ont été façonnés à la main pour obtenir des boules sphériques et recouverts de papier d'aluminium afin d'empêcher la déshydratation. On a laissé ensuite les échantillons se refroidir pendant au-moins 30 minutes avant de procéder au test.

2.3 Profil d'analyse sensorielle de texture (PAST)

Le PAST a été effectué comme décrit selon [4] et [5]. La méthode non orale a été utilisée parce que la plupart des consommateurs évaluent la texture du *foufou* à la main.

2.4 Formation des membres du jury

Dix membres du jury ont reçu une formation en évaluation des différents paramètres de texture qui doivent être mesurés. Les paramètres de texture sont l'élasticité, la viscosité, la dureté, la tendance à coller et l'adhésivité. Au cours d'un exercice d'analyse préliminaire, les membres du jury ont été sélectionnés à partir de leur acuité sensorielle normale, à l'aide d'un test de dégustation de base et des tests de classement d'intensité (au moyen de l'échelle de dureté) comme décrit selon les normes, «American Standard Testing Methods» [6]. Les membres du jury qui ont réussi au test d'analyse préliminaire ont suivi une autre formation.

En particulier, on a fait apprécier par les membres du jury les différences qui existent entre les paramètres de texture mécanique et géométrique ; utilisation d'un certain nombre d'aliments comme normes. Tous les classements de normes ont été présentés de façon monadique (un à un) aux membres du jury. Une version modifiée de l'échelle de classement des normes a été utilisée [4]. Les différences au niveau de la note faisaient l'objet de discussion jusqu'à ce que tous les membres du jury aient pu noter le produit à moins de 0,5 point les uns des autres. Les paramètres de texture mécanique et géométrique ont été notés sur une échelle d'intensité.

Chaque échantillon de farine de *foufou de* manioc-banane plantain et le *foufou* pilé ont été présentés aux membres du jury à température ambiante dans des cabines cloisonnées sous de la lumière blanche pour l'évaluation.

Tableau 1. Proportions des farines de banane plantain, de manioc et d'amidon de manioc utilisées pour l'étude

Echantillons	**Farine de manioc (g)**	**Farine de banane plantain (g)**	**Amidon de manioc (g).**
$C_{50}P_{50}S_{30}$	50,00	50,00	30,00
$C_{0}P_{50}S_{30}$	0	50,00	30,00
$C_{50}P_{50}S_{40}$	50,00	50,00	40,00
$C_{50}P_{50}S_{20}$	50,00	50,00	20,00

Légende : $C_{50}P_{50}S_{30}$ représente l'échantillon de farine avec : banane plantain : amidon dans la proportion de 50:50:30.

2.5 Analyse statistique

Les données ont été analysées au moyen du progiciel Système d'analyse statistique (SAS) (version 10, SAS Institute, Inc., Cary, NC). La variance et les écarts à la moyenne ont été calculés selon les méthodes générales de modèles linéaires.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Les tableaux 2 à 4 indiquent que les notes de texture sensorielle varient de façon significative du stade initial de la première bouchée en passant par le stade de la mastication, au stade final de la déglutition. Les paramètres dominants de texture de la farine de *foufou de* manioc-banane plantain ont été identifiés comme étant la tendance à coller, l'adhésivité et l'aspect lisse. Sur les quatre échantillons de farine de *foufou*, l'aliment à base du produit $C_{50}P_{50}S_{30}$ semble être comparable au *foufou* pilé en termes de caractéristiques de sensation au toucher telles que l'adhésivité et l'élasticité.

Tableau 2. Evaluation initiale à la première bouchée de la texture sensorielle de la farine reconstituée de *foutou* de manioc-banane plantain comparée au *foufou* pilé

Paramètre de texture sensorielle	***Foufou* préparé à partir de différentes proportions de farines de manioc-banane plantain et d'amidon**				***Foufou pilé***
	$C_{50}P_{50}S_{30}$	**$C_{0}P_{50}S_{30}$**	**$C_{0}P_{50}S_{20}$**	**$C_{50}P_{50}S_{40}$**	
Sensation au toucher du doigt	t. c, m.e	m. c, p. e	t. c., p.e	m. c, m. e	t. c, m.e
Dureté	1,71	1,99	1,24	1,71	1,83
Géométrique	lisse	lisse	m. lisse	t. lisse	lisse

Tableau 3. Evaluation pendant la mastication de la texture sensorielle de la farine reconstituée de *foufou* de manioc-banane plantain comparée au *foufou* pilé.

Paramètres de texture sensorielle	***Foufou* préparé à partir de différentes proportions de farines de manioc-banane plantain et d'amidon**				***Foufou pilé***
	$C_{50}P_{50}S_{30}$	**$C_{0}P_{50}S_{30}$**	**$C_{0}P_{50}S_{20}$**	**$C_{50}P_{50}S_{40}$**	
Tendance à coller	2,54	4,00	2,43	2,71	3,51
Adhésivité	2,71	1,57	1,71	1,86	2,5
Géométrique	lisse	lisse	m. lisse	t. lisse	lisse

Tableau 4. Evaluation avant la déglutition de la texture sensorielle de la farine reconstituée de *foufou* de manioc-banane plantain comparée au *foufou* pilé.

Paramètre de texture sensorielle	*Foufou* préparé à partir de différentes proportions de farines de manioc-banane plantain et d'amidon				*Foufou pilé*
	$C_{50}P_{50}S_{30}$	$C_{0}P_{50}S_{30}$	$C_{0}P_{50}S_{20}$	$C_{50}P_{50}S_{40}$	
Effort de rupture	Facilement	m. facilement	Facilement	Facilement	P facilement
Type de rupture	comme pâte douce	comme pâte	comme pâte douce	comme pâte	En liquide m. dense
Enrobage dans la bouche	Enrobe facilement	Enrobe m.	enrobe m.	enrobe m.	Aucun enrobage

Légende : t=très, c= collant, m= modérement, e= élastique, P=peu

La farine de *foufou* $C_{0}P_{50}S_{30}$ avait une valeur de tendance à coller supérieure à celle du témoin, au stade de la mastication. La tendance modérée à coller et l'adhésivité sont toutefois les propriétés préférées par les consommateurs, en ce qui concerne les aliments sous forme de pâte [7]. Les autres échantillons de farine de foufou ont été préférés parce que leurs valeurs d'adhésivité sont semblables à celles du foufou témoin. Tous les autres paramètres résiduels sont très identiques, à part la résistance à la rupture. On observe que presque toutes les formes de *foufou* reconstitué à partir de farines manioc-banane plantain se sont affaissées comme une pâte ordinaire alors que le *foufou* pilé n'a pas ce comportement. La boule de *foufou* pilé se transforme plutôt en un produit liquide. Cependant, les farines reconstituées de *foufou* de manioc-banane plantain ressemblent au *foufou* pilé en termes de tendance à coller, de viscosité et de caractère lisse qui constituent généralement les plus importants facteurs d'appréciation pour les consommateurs. Par conséquent, les bonnes caractéristiques de la texture des farines de foufou de manioc-banane plantain reconstituées, seraient leur tendance à coller, leur caractère lisse et un niveau raisonnable d'adhésivité.

4. CONCLUSIONS

Les échelles d'évaluation des normes qui ont été élaborées et utilisées ont permis aux membres du jury d'effectuer l'évaluation quantitative des paramètres de texture de la farine de *foufou* de manioc-banane plantain en éliminant les biais individuels. L'utilisation de produits alimentaires locaux pour servir comme échelles d'évaluation et comme descripteurs des paramètres de texture pour la farine de *foufou* de manioc-banane plantain a permis aux membres du jury d'effectuer une évaluation appropriée de l'aliment. Les résultats sont reproductibles et constants et les avis des membres du jury sont proches. Le PAST est par conséquent recommandé, pour évaluer les caractéristiques de texture de la farine de *foufou* de manioc-banane plantain et d'autres produits semblables à la pâte. Le PAST a ainsi été utilisé pour établir que la farine reconstituée de *foufou* de manioc-banane plantain présente les mêmes caractéristiques que le *foufou* pilé.

5. REFERENCES

[1] Johnson, P-N.T, Gallat, S., Oduro-Yeboah, C, Osei-Yaw, A., & Westby, A. (2006) Sensory properties of instant fufu flour from four high-yielding Ghanaian cassava. *Tropical. Science,* 46 (1) 134-138.

[2] Wilkinson, C. Djkstherhuis, G.B. & Minekus, M(2001) From food structure to texture. *Trends Food Science Technol*. 11.442-450.

[3] Oduro-Yeboah, C. (2006) Optimization of process and product characteristics of fufu flour from cassava and plantain. M.Phil Thesis, University of Ghana.

[4] Bourne, M.C. (1990) *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*, 2nd edn. Pp 257 -290. Academic Press. London, UK.

[5] Bourne, M.C. & Szczseniak, A.S. (2003) Sensory evaluation-texture. In: *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (B. Caballero, L. Trugo & P. Finglas, eds) pp. 5167 -5174. Academic Press, Amsterdam, Netherlands.

[6] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING and MATERIALS(ASTM). (1981). *Manual on sensory Testing Methods.* ASTM Special Technical Publication 434, pp.3-10, ASTM International,Philadelphia, PA.

[7] Bourne M.C. (1978) Texture profile analysis. *Food Technol*. 32(7) 62-72.

6. REMERCIEMENTS

Nous exprimons notre sincère gratitude à l'UE pour son soutien au projet de développement des PME orientées vers la transformation du manioc, matérialisé par le contrat 1CA4-2002-1006.

Effet du type de sol sur les attributs sensoriels de trois produits de transformation à base de manioc (*Manihot esculenta* Crantz)

Effect of the soil on sensory attributes of three cassava-based products (Manihot esculenta Crantz*)*

Amandine AYEMOU-ALLOU[1], Charlemagne NINDJIN[1,2], Daouda DAO[1,3], Olivier GIRARDIN[1], Ayémou ASSA[3]

[1]Centre Suisse de RecherchesScientifiques, 01 BP 1303 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

[2]UFR STA Université d'Abobo-Adjamé, BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire

[3] Université Cocody, 22 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire

Des variétés de manioc, plantées sur deux types de sols différents du point de vue textural et de la fertilité ont fait l'objet d'évaluation sensorielle après 9 mois. Des tests hédoniques et sensoriels ont été réalisés par un panel de dégustateurs de douze personnes entraînées avec deux répétitions. Les principaux résultats obtenus à partir de l'analyse de variance (test de Duncan) ont montré que le type de sol semble ne pas avoir d'influence significative sur l'acceptabilité de la forme manioc bouilli cependant, il a un effet significatif sur les attributs sensoriels de cette forme de préparation. Pour la forme de préparation foutou, il y a un effet type de sol sur les attributs sensoriels et sur l'acceptabilité qui est significatif (p<0,05). Par contre, pour la forme de préparation attiéké, le sol n'a pas d'influence significative ni sur son acceptabilité, ni sur ses attributs sensoriels. En somme, les attributs sensoriels et l'acceptabilité de certaines formes de préparation du manioc seraient dépendants du type de sol sur lequel il est planté.

Mots clés: manioc, sol, évaluation sensorielle, Côte d'Ivoire

1 INTRODUCTION

Principale plante à racines et tubercule amylacé cultivé dans les tropiques, le manioc constitue le garant de la sécurité alimentaire [1]. En effet, sa production n'a cessé de croître depuis ces trois dernières décennies [2]. En Cote d'Ivoire, après une évaluation agronomique de variétés sélectionnées en provenance de l'IITA (*International Institute of Tropical Agriculture*) au Nigéria par le Centre Suisse, des essais en vue de tester leurs qualités organoleptiques ont été réalisées. L'objectif de cette étude vise donc à évaluer l'influence du type de sol sur la qualité sensorielle de différentes formes de préparation du manioc. Dans ce nouvel environnement agro-pédo-climatique, il était important de voir les aptitudes de ces variétés en terme de transformation.

2 METHODOLOGIE

2.1 Materiels

Le matériel végétal était composé de 4 variétés de manioc (TMS4(2)1425, Olékanga, Bonoua, IAC).
Deux types de sol dont un sol sableux en savane et sol sablo-argileux en forêt ont également été utilisés.

2.2 *Evaluation sensorielle*

A 9 mois après plantation, les variétés de manioc récoltées sur les sols sableux et sablo-argileux ont été préparées sous les formes bouilli, foutou (manioc bouilli et pilé) et attiéké (couscous de manioc fermenté) et soumises à l'appréciation de dégustateurs par des tests hédoniques et descriptifs. Les tests hédoniques et sensoriels ont consisté à demander aux dégustateurs, après avoir goûté séparément les échantillons de les juger et les décrire selon 3 niveaux d'appréciation [3]. Le jury de

dégustation était composé de 15 personnes adultes régulièrement formées. L'évaluation a été répétée deux fois.

2.3 Analyse statistique

Le traitement statistique des données a été effectué par une analyse de variances (test de Duncan) [4].

3 RESULTATS ET DISCUSSION

Le type de sol influence les attributs sensoriels des formes manioc bouilli et foutou. En effet, bien que les valeurs hédoniques du manioc bouilli sur le sol sablo-argileux (2,2) et sur le sol sableux (1,9) soient semblables (p>0,05), les intensités de certains attributs sensoriels diffèrent nettement (tab. 1). Ainsi, le manioc bouilli issu du sol sablo-argileux est mi-farineux, mi-vitreux (2) et diffère de façon significative (p<0,05) de celui du sol sableux qui est vitreux (1,5). Il en est de même de l'attribut fondant pour lequel le manioc bouilli issu du sol sablo-argileux a une note de 1,9 et est jugé mi-fondant, mi-croquant, alors que celui issu du sol sableux a une note de 1,5 et est donc croquant. Pour la forme de préparation foutou, l'appréciation sur le plan hédonique a été ni bons, ni mauvais quelque soit le type de sol (tab. 2). Mais pour ce est qui des attributs sensoriels, les valeurs diffèrent significativement (p<0,05). En effet, le foutou fait avec du manioc issu du sol sableux (1,8) n'est pas élastique, il est moins apprécié que le foutou du sol sablo-argileux (2,2) qui lui est modérément élastique, donc apprécié. Le sol sableux aurait donc tendance à accroître la rigidité du tissu cellulaire contrairement au sol sablo-argileux. A l'inverse, le type de sol n'a pas influencé significativement les attributs sensoriels, ni la note hédonique de la forme de préparation attiéké (tab. 3). L'impact des transformations technologiques (broyage, fermentation) subies par le tissu cellulaire serait plus dominant que celui du sol chez le manioc.

4 CONCLUSIONS

Il ressort de façon générale, que le sol sableux a tendance à induire un caractère croquant et vitreux au manioc bouilli, à réduire l'élasticité, et l'acceptabilité du foutou. Ainsi, le sol sablo-argileux influence avantageusement les attributs sensoriels du manioc bouilli et foutou par rapport au sol sableux. Par contre, le type de sol n'a pas d'influence significative sur les attributs sensoriels de l'attiéké et sur son acceptabilité.

REFERENCES

[1] Donald L. P., Philipps P. T. et Kagbo B. R. 1998. Stratégie mondiale de promotion du manioc. Transformation d'une plante à racine tropicale traditionnelle. Lancer le développement industriel rural et augmenter les revenus des agriculteurs les plus pauvres, FAO, 34 p.

[2] Anonyme 2003. Manioc. Perspectives alimentaires n° 3, FAO, Rome.

[3] Padonou W, Mestres C, Nago MC: The quality of boiled cassava roots:instrumental characterization and relationship with physicochemical properties and sensorial properties. Food Chem. 89 (2005) 261-270.

[4] Gouet J. P. 1997. Comment interpréter les résultats d'une analyse de variance, ITCF, Paris.

Tab. 1: Valeurs hédoniques et attributs sensoriels du manioc bouilli en fonction du type de sol

		Attributs sensoriels		
Type de sol	**Note hédonique**	**Farineux**	**Fondant**	**Goût**
Sablo-argileux	2,2 a	2 a	1,9 a	2 a
Sableux	1,9 a	1,6 b	1,5 b	2 a
Echelle de catégorie	3 : bon 2 : ni bon, ni mauvais 1 : mauvais	3 : farineux 2 : mi-farineux, mi-vitreux 1 : vitreux	3 : fondant 2 : mi-fondant, mi-croquant 1 : croquant	3 : sucré 2 : neutre 1 : amer

Tab. 2: Valeurs hédoniques et attributs sensoriels du foutou en fonction du type de sol

		Attributs sensoriels		
Type de sol	**Note hédonique**	**Elastique**	**Aqueux**	**Goût**
Sablo-argileux	2,2 a	2,2 a	1,8 a	2,5 a
Sableux	1,8 b	1,7 b	1,9 a	2,5 a
Echelle de catégorie	3 : bon 2 : ni bon, ni mauvais 1 : mauvais	3 : beaucoup élastique 2 : modérément élastique 1 : pas élastique	3 : beaucoup aqueux 2 : modérément aqueux 1 : pas aqueux	3 : sucré 2 : neutre 1 : amer

Tab. 3: Valeurs hédoniques et attributs sensoriels de l’attiéké en fonction du type de sol

		Attributs sensoriels			
Type de sol	**Note hédonique**	**Couleur**	**Collant**	**Arrondi**	**Goût**
Sablo-argileux	2,4 a	2,3 a	1,8 a	2,5 a	2,5 a
Sableux	2,5 a	2,7 a	1,9 a	2,3 a	2,5 a
Echelle de catégorie	3 : bon 2 : ni bon, ni mauvais 1 : mauvais	3 : blanc 2 : crème 1 : jaune	3 : beaucoup collant 2 : modérément collant 1 : pas collant	3 : bien arrondi 2 : moyennement arrondi 1 : pas arrondi	3 : sucré 2 : neutre 1 : amer

Influence de la variété et de la saison de plantation sur la texture du manioc (*Manihot esculenta* Crantz)

Influence of genotype and planting period on cassava (Manihot esculenta Crantz) root texture

<u>HONGBETE[1] F.</u>, DEDEGBE[1] D., AKISSOE[1] N., MESTRES[2] C. et NAGO[1] M.

[1]Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Nutrition et Sciences Alimentaires, Bénin
[2]CIRAD, UR Qualité des Produits Tropicaux, Montpellier, France

La texture de sept variétés de manioc plantées au Sud du Bénin pendant la grande et la petite saison de pluies a été analysée au moyen du texturomètre Stevens LFR. La dureté du manioc cru et la friabilité du manioc bouilli ont été mesurées respectivement en utilisant le test de rupture en flexion 3 points et le test de pénétration. L'adhésion intercellulaire a été également mesurée. L'analyse de texture du manioc cru révèle des effets significatifs (P<0,05) de la saison de plantation et de la variété sur la dureté du manioc. Les manioc plantés à la grande saison de pluies apparaissent moins durs (1,37N) que ceux plantés à la petite saison de pluies (1,48N). La variété ODOHOUNGBO apparaît moins dure (1,26N) que les variétés RB 89509 (1,48N), TMS 30572 (1,52N) et TMS 91/02319 (1,55N). Par contre, les variétés TMS 92B/0057, OLICHUTE et BEN 86052 présentent des duretés intermédiaires. Par ailleurs, on note que la dureté du manioc n'est pas homogène au sein de la racine. Elle augmente de la queue (1,36N) à la tête de la racine (partie accolée à la tige ; 1,50N). L'analyse de texture du manioc bouilli révèle également des effets significatifs (P<0,05) de la saison de plantation et de la variété sur la friabilité du manioc. Les racines issues de la plantation de la petite saison de pluies apparaissent plus friables que celles de la grande saison de pluies (2,12N contre 2,64N). La friabilité varie de 1,70N à 3,03N entre variétés de manioc étudiées. Les variétés TMS 92B/0057, BEN 86052, ODOHOUNGBO et OLICHUTE sont très friables à la cuisson tandis que les variétés TMS 30572 ; RB 89509 et TMS 91/02319 ne sont pas friables. Par ailleurs, on observe une corrélation positive entre l'adhésion intercellulaire et friabilité du manioc. Cependant aucune corrélation n'a été établie entre la dureté du manioc cru et la friabilité du manioc bouilli.

Keywords: Manioc, texture, mesure instrumentale, amidon, structure cellulaire

1. Introduction

Le manioc (*Manihot esculenta Crantz*) constitue une importante culture dans les régions tropicales. En Afrique Subsaharienne et au Bénin en particulier, il représente l'aliment de base le plus important après le maïs (Nago, 1989 ; Nweke, 1994). Il fournit donc 70-80 % des calories totales consommées par l'homme (Buleon *et al*., 1998). La production mondiale des racines de manioc est estimée à 203 millions de tonnes avec plus de la moitié, soit 110 millions de tonnes en Afrique (FAOSTAT, 2006). De ce tonnage, le Bénin produit 3,1 millions de tonnes répartis sur l'ensemble du territoire (FAOSTAT, 2006). Plusieurs facteurs dont notamment la variété, l'âge à la récolte et la saison de plantation influencent la qualité du manioc (Moorthy et Ramanujam, 1986; Asoaka *et al.*, 1991 ; Eggleston et Asiedu, 1994). La texture, le gôut et la couleur constituent les caractéristiques les plus importantes d'appréciation de la qualité des dérivés de racines et tubercules (Akissoé *et al.*, 2004). La friabilité est le principal critère d'appréciation de la qualité du manioc bouilli par les consommateurs. En raison de la diversité variétale du manioc, les utilisateurs éprouvent des difficultés à choisir les variétés en fonction des techniques de transformation envisagées. Cette étude a pour but d'examiner l'influence de la saison de plantation et de la variété sur les caractéristiques texturales du manioc et voir si on peut prédire la texture du manioc bouilli à partir de celle de la racine fraîche.

2. Matériel et méthodes

2.1 Matériel végétal

7 variétés de manioc constituées de 3 variétés amères (TMS 30572, TMS 92B/057, TMS 91/02319) et de 4 variétés douces (BEN 86052, RB 89509, ODOHOUNGBO et OLICHUTE) dont 2 locales (ODOHOUNGBO et OLICHUTE) ont été plantées sur les sites du Centre de Recherche Agricole de l'Institut National des Recherches

Agronomiques au sud du Bénin pendant deux différentes saisons (grande et petite saison de pluies). Elles ont été récoltées à douze mois après plantation et ont été immédiatement transférées au laboratoire pour subir différents tests.

2.2 Test de flexion du manioc cru

Les racines fraîches de manioc ont été découpées en trois tranches à savoir : la tête (partie accolée à la tige), le milieu et la queue (partie terminale). Quatre éprouvettes parallélépipédiques de 4 mm d'épaisseur, 6 mm de largeur et 35 mm de longueur chacune ont été réalisées dans chaque tranche. Les éprouvettes ainsi réalisées ont été soumises à un test de flexion 3 points au moyen du texturomètre Stenvens-LFR équipé d'une sonde d'essai en forme de burin. La vitesse de la sonde a été réglée à 0,1 $mm.s^{-1}$ sur une distance de 10 mm après contact. La force maximale de rupture et l'aire sous la courbe correspondant respectivement à la dureté du manioc frais et à l'adhésion intercellulaire ont été enregistrées à l'aide d'un logiciel de pilotage (Texture Interface Analyser). Les analyses ont été réalisées en double.

2.3 Test de pénétration du manioc bouilli

Le test de pénétration a été réalisé pour évaluer la friabilité du manioc bouilli. Deux racines de manioc de chaque variété ont été découpées en tranches successives de 2,5 mm puis cuites à la vapeur pendant 20 min. La friabilité a été évaluée à l'aide du texturomètre Stevens-LFR équipé d'une sonde conique qui pénètre verticalement à une vitesse de 2 $mm.s^{-1}$ sur 3 mm de profondeur après contact avec l'échantillon. La force de résistance à la pénétration représentant la friabilité du manioc bouilli ainsi que l'aire en dessous de la courbe (adhésion intercellulaire) ont été enregistrées pendant le test. Les mesures ont été effectuées au niveau des zones périphérique, centrale et intermédiaire de chaque tranche à raison de 4 mesures par zone.

3. Résultats et discussion

Les résultats de l'analyse de la texture et de la teneur en matière sèche du manioc cru sont représentés dans le tableau 1. On note des effets significatifs ($p< 0,05$) de la saison de plantation et de la variété sur la teneur en matière sèche du manioc. Les maniocs plantés à la petite saison de pluies présentent une teneur moyenne en matière sèche plus élevée (39,61%) que ceux plantés à la grande saison de pluies (37,77%). Cette différence serait probablement due à la quantité d'eau reçue par chaque plantation. Les variétés locales (ODOHOUNGBO et OLICHUTE) présentent les plus faibles teneurs en matière sèche quelques soit la saison de plantation. Par ailleurs, on observe que l'accumulation de la matière sèche n'est pas homogène le long de la racine. La teneur en matière sèche diminue significativement de la tête à la queue des racines quelque soit la saison de plantation. Cette répartition serait due à la teneur en fibre et en amidon de chaque partie. La partie rattachée à la tige du manioc est plus lignifiée que la partie terminale des racines.

Les résultats du test de résistance du manioc à la rupture (dureté) révèlent un effet significatif ($p < 0,05$) de la saison de plantation. Les maniocs plantés à la grande saison de pluies (GSP) apparaissent moins durs (1,37 N) que ceux plantés à la petite saison de pluies (PSP ; 1,48 N). Ces résultats concordent bien avec les teneurs en matière sèche obtenues pour les deux plantations. De même, on observe un effet variétal significatif ($p<0,05$). Les racines issues des 2 variétés locales (ODOHOUNGBO et OLICHUTE) présentent de faibles duretés quelque soit la saison de plantation. Parmi les variétés améliorées, TMS 30572 présente la plus faible dureté lorsqu'elle est plantée à la GSP alors que sa dureté est la plus forte à la PSP. La dureté varie également suivant les différentes parties de la racine. On note une diminution de cette dureté de la tête (1,50 N) à la queue (1,36 N) pour les plantations de la GSP. La même a été observée pour les plantations de la PSP.

Au niveau de la structure de la racine, l'adhésion intercellulaire représentée par l'énergie de rupture varie très peu entre les racines des deux plantations (0,39 J et 0,42 J respectivement pour les racines de la GSP et de la PSP). Par contre, un effet variétal significatif ($p<0,05$) a été observé. Comme attendu, l'adhésion intercellulaire au niveau des variétés locales ODOHOUNGBO et OLICHUTE s'est révélée plus faible quelque soit la saison de plantation. Il existe peu de données sur la texture du manioc cru. Cependant, Canet *et*

al,. (2005) ont trouvé une variation de la dureté entre différentes variétés de pomme de terre crue. Une corrélation positive (r=0,64) a été établie entre la dureté et l'adhésion intercellulaire des racines de manioc cru.

L'analyse de la texture du manioc bouilli a révélé des effets significatifs (p < 0,05) de la saison de plantation et de la variété sur la friabilité représentée par la force de résistance à la pénétration (tableau 2). Plus la force de résistance à la pénétration est élevée moins friable est la racine de manioc. Les maniocs plantés à la GSP sont moins friables (2,64 N) que ceux plantés à la PSP (2,12 N). Dans le même temps, on constate que la teneur en matière sèche des maniocs plantés à la GSP est faible (36,8 %) par rapport à celle des maniocs plantés à la PSP (39,18 %). Ce phénomène peut être expliqué par les propriétés des constituants du manioc et la teneur en matière sèche. En effet, d'après Padonou *et al.* (2004), la friabilité du manioc peut être prédite par les propriétés fonctionnelles de l'amidon et la teneur en matière sèche du manioc. Les études réalisées sur les produits amylacés ont mis en évidence le rôle de la paroi cellulaire et de l'amidon sur leur texture (Bert *et al*., 1995). Mc Comber *et al*. (1988) ont montré chez la pomme de terre que l'amidon gonfle pendant la cuisson en induisant une distension des parois cellulaires qui facilite la séparation des cellules. Par ailleurs, on observe des différences significatives de friabilité entre variétés quelque soit la saison de plantation. En plus des variétés locales ODOHOUNGBO et OLICHUTE, les variétés améliorées TMS 92B/0057 et BEN 86052 se sont révélées friables aussi bien pour les plantations de la GSP que pour celles de la PSP. Par contre certaines variétés améliorées ont des comportements différents suivant les saisons de plantations. Ainsi, TMS 30572 s'est révélée friable seulement pour les plantations de la PSP tandis que TMS 91/02319 l'a été uniquement pour les plantations de la GSP. Ces résultats sont conformes à ceux rapportés par Padonou *et al.* (2004) qui ont noté une grande variabilité de la friabilité entre 20 variétés de manioc.

L'analyse de variance des données de l'énergie de pénétration a révélé la même tendance observée au niveau du manioc cru. En effet, plus l'énergie de pénétration est élevée, plus grande est la force de pénétration et moins friable est la racine. L'étude parallèle de la friabilité au sein de chaque zone des tranches de racine analysées a révélé une différence significative (p < 0,05) de la friabilité entre ces zones. Ainsi, la zone périphérique apparaît plus friable (1,6N) que la zone intermédiaire (3N). La zone centrale présente une friabilité variant entre celle des deux autres. Ces résultats corroborent ceux rapportés par Adjadogbédji (2000) qui a observé la même tendance pour les trois zones de mesure. Cette différence peut être attribuée à la structure et à la composition de ces zones.

Cette étude a montré également qu'il existe une forte corrélation positive (r=0,96) entre la force de résistance à la pénétration et l'adhésion intercellulaire (figure1). On en déduit donc une corrélation négative entre la friabilité et l'adhésion intercellulaire étant donné que la force de résistance à la pénétration et la friabilité sont inversement proportionnelles.

	Matière sèche (%)		Force de résistance à la rupture (N)		Energie de rupture (J)	
Variétés	GSP	PSP	GSP	PSP	GSP	PSP
TMS 30572	39,77 ± 0,59 b	39,62 ± 0,78 a	1,27 ± 0,45 a	1,88 ± 0,66 c	0,47 ± 0,24 b	0,40 ± 0,26 b
TMS 91/02319	38,55 ± 0,45 ab	39,27 ± 0,97 ab	1,36 ± 0,45 b	1,63 ± 0,63 bc	0,41 ± 0,17ab	0,54 ± 0,27 c
TMS 92B/0057	41,71 ± 0,45 b	40,83 ± 0,45 ab	1,35 ± 0,43 b	1,34 ± 0,39 a	0,41 ± 0,16 ab	0,41 ± 0,17 b
BEN 86052	36,17 ± 0,49 a	43,44 ± 0,97 c	1,50 ± 0,51 c	1,30 ± 0,31 a	0,40 ± 0,16 ab	0,47 ± 0,23 bc
RB 89509	37,77 ± 0,75 a	41,35 ± 0,63 bc	1,54 ± 0,56 c	1,48 ± 0,41 ab	0,39 ± 0,16 ab	0,41 ± 0,17 b
OLICHUTE	34,60 ± 0,54 a	35,61 ± 0,30 a	1,26 ± 0,53 a	1,35 ± 0,42 a	0,31 ± 0,19 a	0,35 ± 0,15 a
ODOHOUNGBO	35,82 ± 0,55 a	37,15 ± 0,32 a	1,29 ± 0,49 a	1,39 ± 0,37 a	0,34 ± 0,20 a	0,36 ± 0,13 a
Moyenne	37,77± 0,54	39,61 ± 0,62	1,37 ±0,49	1,48 ± 0,45	0,39 ± 0,18	0,42 ± 0,20

Tableau 1 : Influence de la variété et de la saison de plantation sur la texture du manioc cru
Saison A = Grande saison de pluies ; Saison B = Petite saison de pluies

Dans les colonnes, les valeurs affectées de différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5%

Tableau 2 : Influence de la variété et de la saison de plantation sur la texture du manioc bouilli

	Matière sèche (%)		Force de résistance à la pénétration (N)		Energie de pénétration (J)	
Variétés	GSP	PSP	GSP	PSP	GSP	PSP
TMS30572	38,76 ± 0,5 bc	39,31 ± 0, 9 b	2,40 ±1,04 a	3,02 ± 1,30 c	0,023 ± 0,01 a	0,029 ± 0,01 c
TMS91/02319	39,67 ± 0,1 c	43,50 ± 0,7 c	3,81 ± 1,11 c	2,29 ± 0,91 b	0,034 ± 0,01 c	0,022 ± 0,01 b
TMS 92B/0057	40,36 ± 0,7 c	41,72 ± 0,5 bc	2,31 ± 0,85 a	1,36 ± 0,51 a	0,021 ± 0,01 a	0,013 ± 0,01 a
BEN 86052	36,82 ± 0,2 b	40,52 ± 0,5 bc	2,30 ± 1,16 a	1,58 ± 0,71 a	0,023 ± 0,01 a	0,016 ± 0,01 a
RB 89509	36,36 ±0,3 b	41,12 ± 0,4 bc	2,92 ± 0,97 b	2,70 ± 1,30 bc	0,028 ± 0,01 b	0,026 ± 0,01bc
OLICHUTE	29,33 ± 0,5 a	29,35 ± 0,9 a	2, 33 ± 0,94 a	2,13 ± 0,95 ab	0,022 ± 0,01 a	0,016 ± 0,01 a
ODOHOUNGBO	36,30 ± 0,5 b	38,81 ± 0,9 a	2,41 ± 0,84 a	1,76 ± 0,76 ab	0,023 ± 0,01 a	0,018 ± 0,01 a
Moyenne	36,80 ± 0,40	39,18 ± 0,68	2,64 ± 0,99	2,12 ± 0,92	0,025 ± 0,01	0,020 ± 0,01

Saison A = Grande saison de pluies ; Saison B = Petite saison de pluies

Dans les colonnes, les valeurs affectées de différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5%

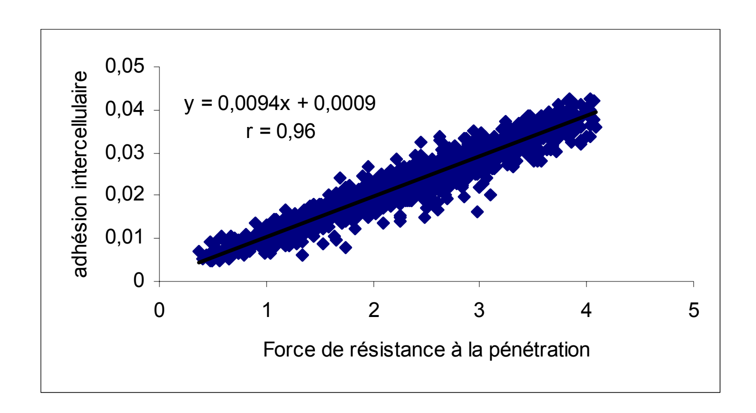


Figure1 : corrélation entre la force de résistance à la pénétration et l'adhésion intercellaire

4. Conclusion

La présente étude a permis de mettre en évidence certaines caractéristiques texturales des racines de manioc. La dureté et la friabilité des racines crues/et ou bouillies ont été influencées par la saison de plantation et la variété. Les racines plantées à la PSP se sont révélées plus friables que celles plantées à la GSP, ce qui rend compte du rôle déterminant de la saison de plantation sur la friabilité du manioc. La corrélation positive observée entre la force de résistance à la pénétration et l'énergie de rupture (adhésion intercellulaire) révèle le rôle déterminant de la structure cellulaire dans la friabilité du manioc bouilli. Cependant aucune relation évidente entre la dureté du manioc cru et sa friabilité après cuisson n'a été mise en évidence par les analyses. Il est donc difficile de prédire la friabilité du manioc bouilli à partir uniquement des facteurs texturaux du manioc cru. D'autres facteurs influenceraient cette friabilité.

5 . Références bibliographiques

Adjadogbedji C.B.C., 2000. Les caractéristiques physico-chimiques des principales variétés de manioc en usage au Bénin: Relations avec la friabilité du produit après cuisson. Thèse d'Ingénieur Agronome. Faculté des Sciences Agronomiques, Université National du Bénin, 105p.

Akissoe N, Hounhouigan J., Mestres C. and Nago M.C, 2004. Effect of tuber storage and pre- and post-blanching treatments on the

physicochemical and pasting properties of dry yam flour. Food Chemistry, 85 (1), 141-149.

Asoaka M., Blanshard, J.M.V. and Rickard, J.E., 1991. Seasonal effects on the physico-chemical properties of starch from four cultivars of cassava. Starch 43 12, pp. 455–459.

Bert E., Bart M., and Baerdemaeker (de) J.,1995. The starch gelatinization in potatoes during cooking in relation to modelling of texture kinetics. *J. Food Engineering* 24, 165-179.

Buléon A ., Colonna P., Planchot V., and Ball S., 1998. Starch granules: structure and biosynthesis. Internationan Journal of Biological Macromolécules 23, 85-112.

Canet W., Alvarez M.D., Fernandez C., Tortosa M.E., 2005. The effect of sample temperature on instrumental and sensory properties of mashed potato products. Inter. Journ. Of Food Sci. And technology. 40, 481-493.

Eggleston G. and Asiedu R., 1994. Effect of boiling on the texture of cassava clones: comparison of compression strengh, intercellular adhesion and physico-chemical composition of de tuber roots. *Trop. Sci*. 34, 259-273.

FAOSTAT, 2006. Agricultural data, FAO statistical database. www.fao.org/statistic/htm

Mc Comber D.R., Osman, E.M. and Lohnes R.A., 1988. Factors related to potato mealiness. *J.Food Science* 53 (5), 1423-1426

Moorthy S.N. and Ramanujam, T., 1986. Variation in properties of starch in cassava varieties in relation to age of the crop. Starch, 38 (2), 58-61. Padonou W., Mestres C. et Nago C.M., 2004. The quality of boiled cassava roots : instrumental characterization and relationship with physicochemical properties and sensorial properties, Food Chemistry, 89, 261-270.

Nago C.M. 1989. Technologies traditionnelles et alimentaires au Bénin: aspects techniques, biochimiques et nutritionnels. Identification et caractérisation des principales filières et technologies du secteur traditionnel de transformation alimentaire. FSA, UNB, 104p.

Nweke F., 1994. Processing Potential for Cassava Production Growth in Sub-Saharan Africa. COSCA Working Paper No. 11. Collaborative Study of Cassava in Africa. IITA Ibadan, Nigeria.

Etude des propriétés fonctionnelles des amidons de variétés sélectionnées de manioc (*Manihot esculenta* CRANTZ)

Functional properties of starch extracted from selected cassava (Manihot esculenta CRANTZ*) genotypes*

Fato Hermas EHUI [1; 2; 3*], N'guessan Georges AMANI[1], Catherine DJÉDJI [2], Aboubakar SAKO [3].

1 Laboratoire de Technologie Alimentaire, Université d'Abobo-Adjamé, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire
2 Centre National de Recherche Agronomique 01 BP 1740 Abidjan 01Côte d'Ivoire
*3 Laboratoire de Physique de l'Atmosphère et de Mécanique des Fluides (LAPA-MF), 22 BP 582 Abidjan 22
Auteur correspondant : ehuihermas @ yahoo.fr

RESUME

Les industries alimentaires, désireuses de développer des nouveaux produits à connotation naturelle, sont à la recherche d'amidons natifs résistants à certains traitements industriels connus pour altérer la structure des gels d'amidon. Dans cet objectif plusieurs amidons des variétés de manioc (V4, V10, V14, V19 et V26) ont été sélectionnés. Leur taille, pouvoir de gonflement et de solubilité, leurs propriétés d'empesage, la clarté et leur pourcentage de synérèse à -18 °C pendant 6 semaines ont été étudiés. Ces amidons se caractérisent par des grains de diamètre compris entre 1,51et 33,2 µm. Les diamètres moyens sont 15, 13 et 12 µm respectivement pour les variétés V4, V10 et V19.Les variétés V14 et V26 ont le même diamètre moyen (10,9 µm). L'étude de la solubilité et du gonflement a révélé un important pouvoir de gonflement et une solubilité nette dans l'eau. L'amidon natif de ces variétés de manioc ne présente aucune synérèse après 6 semaines (soit 42 jours) de conservation à -18°C. Leur clarté varie de 36,6 à 52,9%T. L'étude des propriétés fonctionnelles des amidons natifs laisse entrevoir de nouvelles opportunités de marché pour ces racines.

Mots-clés : Manioc, Viscosité, Clarté, Synérèse, Gonflement-solubilité

1 INTRODUCTION

Les plantes amylacées sont des cultures alimentaires particulièrement importantes pour les zones tropicales et subtropicales AMANI et KAMENAN, [1]. Les rendements potentiels de ces végétaux leur confèrent un grand intérêt, non seulement pour l'alimentation humaine mais aussi pour l'alimentation animale et pour les applications industrielles de l'amidon MOORTHY [2]. En effet, l'amidon représente une matière première de grande importance dans l'industrie alimentaire et non alimentaire DAIUTO *et al.*, [3]. Cependant des amidons modifiés sont utilisés pour leurs propriétés de résistance à certaines contraintes (acidité, congélation, cisaillement, traitements thermiques…). Ces amidons modifiés sont considérés comme des additifs alimentaires et non comme des ingrédients de fabrication, ils ne sont incorporables qu'en faible quantité dans les aliments. Ce travail a pour objectif d'étudier des propriétés fonctionnelles des amidons de nouvelles variétés de manioc soumis à différents stress tels que les traitements thermiques et la congélation à longue durée. Cette étude va permettre d'évaluer leur aptitude à être utilisé comme ingrédients alimentaires natifs. L'objectif de cette étude est de déterminer les propriétés fonctionnelles des échantillons d'amidon provenant de variétés sélectionnées de manioc.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 Matériel

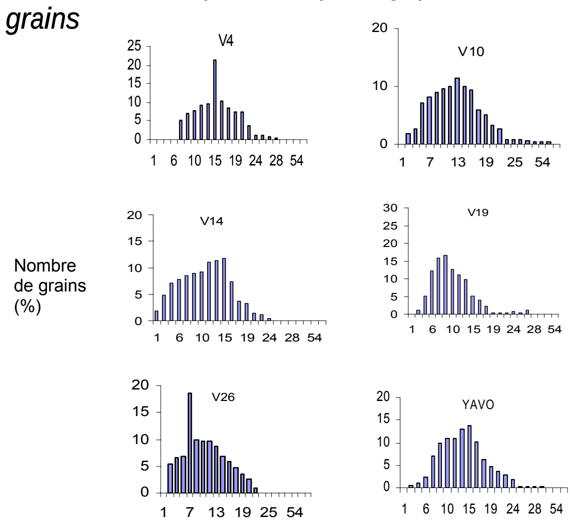
Les amidons ont été extraits de 6 variétés de manioc (V4, V10, V14, V19, V26 et Yavo).

2.2 Méthodes

-Le gonflement et la solubilité ont été déterminés par la méthode de MESTRES et al., [4].
-La clarté des solutions (1% MS, P/P) d'amidon a été déterminée selon la méthode décrite par GRAIG et al., [5]
-La détermination du diamètre moyen des grains d'amidon a été faite à l'aide d'un microscope photonique (OLYMPUS U-SPT, BX 40, JAPON) muni d'un tube à dessiner.
-La synérèse est déterminée selon la méthode décrite par PINGAULT [6].

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Caractéristiques morphologiques des grains

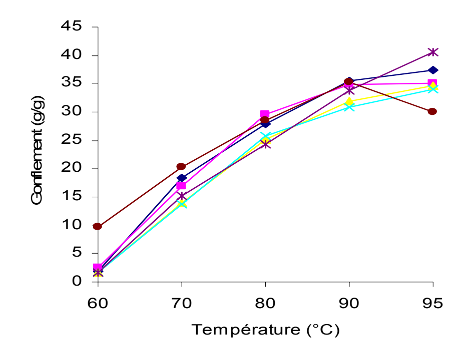


Diamètre (µm)

Figure 1: Distribution de la taille des grains d'amidon des variétés de manioc (V4, V10, V14, V19, V26, Yavo)

Les grains d'amidon de manioc sont relativement petits, leur taille varie entre 1,51 et 33,2 µm (figure 5). Les diamètres moyens sont 15 ; 13 ; 12 et 13.3 µm respectivement pour les amidons de V4, V10, V19, et Yavo. Les variétés V14 et V26 ont le même diamètre moyen (10,9 µm).

3.2 Évolution du gonflement et de la solubilité



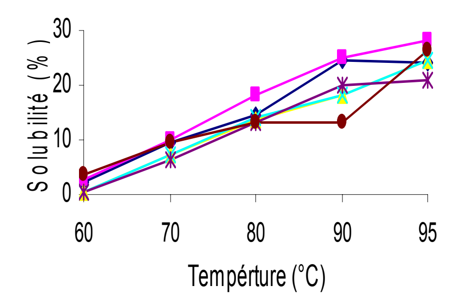


Figure 2 : Evolution du gonflement (a) et de la solubilité (b) des amidons de manioc (*Manihot esculenta Crantz*) : ♦V4, ▪V10, ▲ V14, ×V19, ∆V26, ●Yavo

L'absorption d'eau des grains d'amidon de manioc se produit à partir de 60°C et s'accroît peu à peu linéairement jusqu'à 95°C. L'allure des graphiques de la solubilité des amidons de manioc est comparable à ceux du gonflement. Cependant ces amidons gonflent plus qu'ils ne solubilisent.

3.3 Synérèse des gels d'amidon

Au bout de 6 semaines (soit 42 jours) de conservation des gels d'amidon à -18°C, les amidons de manioc ne présentent aucune synérèse.

3.4 Clarté des solutions (1 % P/P) d'amidon

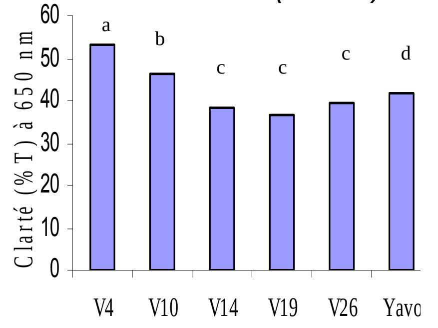


Figure 3: Clarté des gels à 1% (P/P) d'amidon de manioc (V4, V10, V14, V19, V26, Yavo).
Les barres d'histogrammes surmontées de lettres différentes sont significativement différentes (p<0,05) d'après le test de comparaison multiple de Duncan.

L'analyse des variances met en évidence des différences significatives entre les variétés de manioc étudiées. Leur clarté varie entre 52,9% T et 36,6% T respectivement pour V4 et V19.

4 CONCLUSION

L'étude met en évidence une grande potentialité des amidons natifs de variétés de manioc à répondre aux exigences industrielles de résistance à certaines contraintes (traitements thermiques, la congélation à longue durée). Elle montre bien que l'on pourrait avoir des amidons natifs de manioc qui soient indiqués comme ingrédients fonctionnels.

REFERENCES

[1] AMANI, N. G., KAMENAN, A. (2003). Potentialités nutritionnelles et technologie traditionnelle de transformation des denrées amylacées en Côte d'Ivoire. *2ème atelier international Voies alimentaires d'amélioration des situations nutritionnelles en Afrique de l'Ouest, Ouagadougou, Burkina Faso.*

[2] Moorthy S.N. (2002). Physicochemical and Functional properties of Tuber Starches:a review. Starch/Stäche 54 559-592.

[3] Daiuto, E., Cereda, M., Sarmento, S., Vilpoux, O. (2005). Effets of Extraction Methods on Yam (*Dioscorea alata*) Starch Characteristics. *Starch* 57: 153-160.

[4] Mestres, C., Nago, M., Akissoe, M., Matensio, F. (1997). End use quality of some African corn kernels. Cooking behaviour of whole dry-milled maize flours; incidence of storage. *J. of Agri. And Food Chem*., 45 (3): 565-571.

[5] Craig, A. S. S., Cloduraido, C. M., Paul, A. S., Hoseney, R. C. (1989). Starch paste clarity. *Cereal chemists*, 66 (3): 173-182.

[6] Pingaul, P. (1995). Caractérisation d'amidon de racine et tubercules andins; Etude de la synérèse et de la résistance à différentes contraintes. Cirad. Sal. Montpellier-France p 33.

Caractérisation biochimique et sensorielle de variétés de manioc (*Manihot esculenta* CRANTZ) améliorées

Biochemical and sensory characterization of improved cassava (*Manihot esculenta* CRANTZ) *clones*

Alice Christine EKISSI[1, 2], Charlemagne NINDJIN[1, 2], Sidiki BAKAYOKO[1], N'Guessan Georges AMANI[2], Alphonse KAMENAN[2]

[1]Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS), 01 B.p 1303 Abidjan 01 Côte d'Ivoire.

[2]Université d'Abobo Adjamé, 02 B.p 801 Abidjan 02 Côte d'Ivoire.

Dans le souci de contribuer à l'auto suffisance alimentaire, une sélection variétale a été effectuée sur 16 variétés améliorées de manioc dont un témoin "TME7" ou "YAVO". Ces variétés issues de l'IITA (*International Institute for Tropical Agriculture*) au NIGERIA sont en expérimentation en Côte d'Ivoire. Des études biochimiques et sensorielles ont été menées. Au terme de ces études quatre meilleures variétés ont été sélectionnées à savoir TME419, 98-0002, 00-0388 et 00-0378 comparativement au témoin TME7. Les quatre meilleures variétés au niveau biochimiques ont enregistré une teneur en acide cyanhydrique faible allant de 9,10 à 15,10 mg/kg par rapport à celui du témoin qui est de 25 mg/kg et leurs teneurs en matières sèches sont respectivement de 37,5; 40,21; 37,58 et 43,37 pc proches de celles du témoin (37,58 pc). Les résultats des tests sensoriels ont révélés aussi une bonne aptitude à la cuisson des meilleures variétés, avec la note de 2 pour les attributs fondant et farineux.

Mots clés: manioc, farineux, fondant, acide cyanhydrique.

1- INTRODUCTION

Le manioc (*manihot esculenta* crantz) fait partie des principales plantes à racines et tubercules amylacés cultivés dans le monde. Avec une production de (109,7 millions de tonnes), l'Afrique demeure le principal producteur mondial, suivie de l'Asie (55,9 millions de tonnes), de l'Amérique Latine et des caraïbes (37,5 millions de tonnes) [1]. Le manioc est à la fois un aliment de base et une source de revenus pour au moins 500 millions de personnes vivant dans les régions tropicales et subtropicales [2]. Le manioc constitue une matière première pour les industries alimentaires et non alimentaires. En Côte Ivoire le manioc est la deuxième culture vivrière après l'igname [3]. Sa consommation sous ces deux principales formes à savoir l'attiéké et le placali est en nette croissance surtout dans les zones urbaines et périurbaines. Malgré l'importance du manioc dans l'alimentation, les variétés locales présentent des insuffisances liées à la productivité. Pour faire face à ces faiblesses, de nouvelles variétés issues de IITA Nigeria sont en expérimentation en Côte d'ivoire. Ces variétés se sont révélées performantes par rapport aux variétés locales de par leur résistance aux maladies et leur productivité élevée à l'hectare [4]. Notre présent travail consiste à sélectionner de nouvelles variétés de manioc sur la base biochimique et sensorielle afin d'introduire au plan agricole des variétés de manioc consommables.

2-MATERIEL ET METHODES

2-1- Matériel biologique

La matière première utilisée était le manioc (*Manihot esculenta,* crantz), au nombre de 16

variétés dont un témoin le TME7 ou Yavo. Ces variétés améliorées de manioc issues de l'IITA ont été mises en expérimentation en Côte d'Ivoire.

2-2-Méthodes

2-2-1-Dosage de l'acide cyanhydrique selon [5].

Pour l'essai, 1g de chaque tubercule broyé est introduit dans un bocal. Pour le témoin, 1 ml d'eau distillée est introduit dans un bocal. Dans chaque bocal, 1ml de la solution de tampon phosphate pH 8 est ajouté. A la fermeture de chaque bocal est collé du papier picrate. Les bocaux sont hermétiquement fermés et laissés à la température ambiante pendant 24 h. Ensuite, les papiers whatman sont retirés des bocaux et mis dans des tubes à centrifugation. Cinq (5) ml d'eau distillée sont ajoutés. Les tubes sont remués énergiquement au vortex. Après 20 minutes d'attente, les tubes sont remués une fois encore au vortex. La lecture de la densité optique de chaque solution obtenue s'effectue au spectrophotomètre (WTW photolab S12) à 510 nm.

2-2-2-Détermination de la matière sèche

Dix échantillons de 10g de manioc frais broyé par variété et par bloc ont été séchés à l'étuve à 105°C pendant 24 h, le poids sec a été relevé. Le taux de matière sèche est ainsi obtenu à partir de la formule suivante: Ms = (poids sec (g) / poids frais (g) x 100)

2-2-3-Evaluation sensoriel

Dix tubercules de manioc par variété et par bloc (parcelle) ont été utilisés.

Un échantillon en rondelle de 2cm d'épaisseur de la partie médiane de chaque tubercule épluché a été prélevé. Les échantillons lavés, sont mis dans une casserole d'eau bouillante d'un volume de (6L) pendant 30 minutes. Après cuisson, ils sont laissés à la température ambiante pendant 3 minutes. Et sont portés à l'appréciation des dégustateurs constitués en un jury expert de 12 personnes entraînées à mesurer l'intensité des attributs farineux et fondant.

3- RESULTATS ET DISCUSSION

Toutes les variétés ont une teneur en acide cyanhydrique inférieure à 50 mg/kg. Elles pourraient être qualifiées de variétés douces. Ces résultats sont en accord avec ceux de [6] [7]. (Tableau I)

Tableau I: Données sensorielles et biochimiques des variétés de manioc

Variétés	Matière sèche (%)	Acide cyanhydrique (HCN) mg/kg	Fondant	Farineux
TME7	37,58 cdef	25,00 bc	2a	2a
98-0581	36,18 cde	21,33 bcde	2a	1,54 ab
TME419	37,5 bc	13,27 efg	2 a	2 a
ANADER2	36,69 cde	36,22 a	1,42 b	1,43 b
98-0002	38,10 cde	10,50 fg	2a	2a
97-4763	36,10 cde	22,67 bcd	1,12 d	1,22 dc
98-0505	36,10 cde	13,97 defg	1,37 bc	1,31 bc
96-1632	33,55 def	16,60 cdef	1,1 8d	1,19 cd
98-0510	33,25 ef	19,70 bcde	1,1 9d	1,27 dc
98-2101	34,45 cdef	9,50 g	1,32 bc	1,34 bc
97-3200	33,22 ef	24,25 bc	1,27 cd	1,33 bc
97-4769	32,02 fg	24,57 bc	1,37 bc	1,35 bc
98-2132	25 h	18,50 cdef	1,08 d	1,06 d
97-0162	29,41 g	28,30 bc	1,50 ab	1,40 b
00-0378	40,21 b	9,10 g	2a	2a
00-0388	43,37 a	15,10 defg	2a	2a

Les moyennes suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil p = 0,05.

Entièrement (farineux ou fondant) = bonne cuisson note 3, mi-farineux ou mi-fondant = cuisson moyenne note 2

Entièrement vitreux = Mauvaise cuisson note 1

Leur teneur en matière sèche varie de 36,02 à 43,00 pc, ces valeurs sont proches de celles de [8].

On remarque aussi que les variétés qui ont une teneur en matière sèche supérieure ou égale à celle du témoin sont farineuses et fondantes. Ceci montre que les variétés présentent une

bonne aptitude à la cuisson. Ainsi, la matière sèche peut servir d'indicateur des attributs farineux et fondant de la bouillie de manioc. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus sur l'igname par [9]. Selon ces auteurs, la matière sèche est un bon indicateur de l'attribut farineux du foutou et de la bouillie d'igname.

4- CONCLUSION

Au terme de notre travail les quatre meilleures variétés ont été retenues à savoir 98-0002, 00-0388, 00-0378 et TME419. Ces variétés ont une teneur en matière sèche proche de celle de TME7 qui est de 37,58 pc. Ce sont des variétés douces qui ont des teneurs en acide cyanhydrique faible. Au niveau sensoriel, ces variétés donnent après cuisson des résultats satisfaisants concernant les attributs farineux et fondant.

Il ressort également de cette étude que les attributs farineux et fondant dépendent de la matière sèche. Au vu de ces résultats, ces variétés pourraient faire l'objet d'une vulgarisation au plan agricole. En vue de répondre favorablement à des besoins culinaires, domestiques et également industriels.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Anonyme : FAO production yearbook vol. 58 statistique séries n°177 Rome (2005) 101 p.

[2] Donald L P, Philipps P T, Kagbo B R : Stratégie mondiale de promotion du manioc. Transformation d'une plante à racine tropicale traditionnelle. Lancer le développement industriel rural et augmenter les revenus des agriculteurs les plus pauvres. Rapport de séminaire, FAO, (1998) 34 p.

[3] Anonyme : Publication du salon de l'agriculture et ces ressources animales d'Abidjan (1999) pp 14-16.

[4] Bakayoko S : Valorisation de la productivité du manioc en Côte d'Ivoire : cas des variétés améliorées et influence de la fertilisation organique. Thèse Unique, Université d'Abidjan, (2006) 171p.

[5] Bradbury J H, Bradbury G M, Egan S V: Picrate paper kits for determination of total cyanogens in cassava roots and all forms of cyanogenes in cassava products. *J Sci Food Agric.* 76 (1999) 593-601.

[6] Bolhuis G G: The toxicity of cassava roots. *Neth*.J.*Agric.Sc*.195, 2, (1954) 176-185.

[7] Aumaitre A : Le manioc convient-il aux porcs. La revue de l'élevage 27ème année ; (1972) 83-87.

[8] Borges M F, Gonçalves F, Rossetti A G: Avaliaçao de variedades de mandioca para consume humano. Preso. *Agropec*. Bras., Brasilia, v. 37, n. 11, (2002) p. 1559-1565.

[9] Nindjin C, Konan A G, Otokore D A, Agbo N G: Post récolte et consommation des ignames: Réduction des pertes et amélioration de la qualité des tubercules conservés frais et des produits transformés secs pour les marchés africains. Rapport final du projet INCOYAM (2003) 17 p.

Caractéristiques physico-chimiques de nouvelles variétés de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) et propriétés fonctionnelles de leurs amidons natifs et fermentés

Physico-chemical characteristics of new genotypes of cassava (Manihot esculenta Crantz*) and functional properties of their native and fermented starches*

DJEDJI EBAH B. Cathérine*, DAN CHEPO Ghislaine, AMANI N'Guessan Georges**.**

*Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) / Station de Recherche Technologique 08 BP 881 Abidjan 08
E-mail : gisln78@yahoo.fr
** Unité deFormation et de Recherche des Sciences et Technologie des Aliments
Université d'Abobo- adjamé 02 BP 801 Abidjan 02

L'amidon en autres surtout celui du manioc entre dans la production de sirop de glucose, de boisson et des ingrédients alimentaires [9]. Il est aussi utilisé dans les industries du papier où il sert à la fabrication de colle et en pharmacie comme un enrobeur de comprimés. Les nouvelles variétés mise au point par le CNRA, IM 89, TMS 4 (2) 1425 ont été étudiées en comparaison avec le témoin Yacé.
L'influence de la fermentation sur la viscosité, la digestibilité in vitro et la clarté ont été analysées. Cette étude révèle que les amidons natifs de IM 89 a une viscosité plus élévée (680 UB) par rapport au TMS 4(2)1425 (550 UB). Par ailleurs, les amidons natifs et fermentés de IM 89 libèrent plus de sucres que TMS 4(2)1425. Quant aux pourcentages de transmittance des gels d'amidon natif est par ordre décroissant de 40 % pour IM 89 et 38,8 % TMS 4(2)1425. Les amidons natifs sont plus visqueux, possèdent une clarté élevée et sont moins digestes que les amidons fermentés. La fermentation diminue la viscosité et la clarté alors qu'elle augmente la digestibilité *in vitro.*

Mots clés : amidon natif, amidon fermenté ; variétés ; amylogrammes ; viscosité ; indice de gélatinisation ; taux de chute ; digestibilité *in vitro* ; clarté

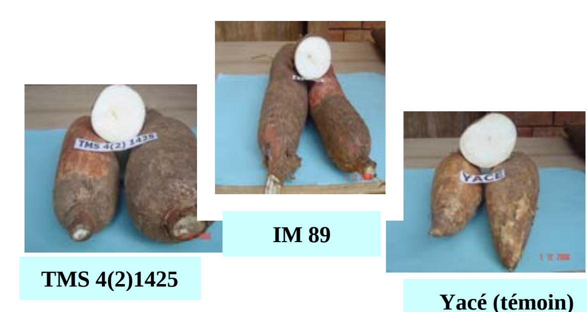
1- INTRODUCTION

En Côte d'Ivoire, le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) représente la deuxième culture vivrière après l'igname avec une production annuelle est de 1.900.000 tonnes [4]. Ses racines sont riches en amidon par rapport aux légumineuses, aux céréales et aux fruits (85-86 %) [10] .Compte tenu de l'importance du manioc dans nos habitudes alimentaires et de la demande croissante de l'amidon en industries le Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) a mis au point de nouvelles variétés améliorées à haute productivité (30 à 40 tonnes/ hectare), nutritives et résistantes aux maladies.
L'objectif principal de ce travail est de montrer l'influence de la fermentation sur quelques propriétés fonctionnelles de l'amidon de nouvelles variétés de manioc et d'établir une comparaison entre les propriétés fonctionnelles des amidons natifs et fermentés correspondants.

2-MATERIEL ET METHODES

1- Matériel végétal

Les variétés de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) TMS 4(2)1425 ; IM 89 et Yacé (témoin) de 12 mois proviennent de la Station de Recherche technologique CNRA



Photographies : Racines des trois (03) variétés de manioc étudiées

2-Méthodes

- L'extraction de l'amidon est faite par voie humide selon la méthode décrite par [3].
-La préparation du ferment ou « magnan » à partir de la racine fraîche de manioc selon [1].
-La préparation de l'amidon fermenté ayant un pH compris entre 4 et 5,4 selon [7].
- La viscosité des amidons (natif et fermenté) réalisée à l'aide d'un Viscoamylographe Brabender .

- La digestibilité *in vitro* des amidons (natif et fermenté) avec comme enzyme animale, le suc digestif de l'escargot *Archachatina ventricosa*.
- La Clarté des gels d'amidon (natif et fermenté) selon [8].

3- RESULTATS ET DISCUSSION

a- La viscosité des amidons (natif et fermenté)

Les viscosités des amidons natifs et fermentés des trois variétés de maniocs étudiées IM 89, Yacé et TMS 4(2)1425 au cours du traitement thermique sont représentées dans les figures 5 et 6.

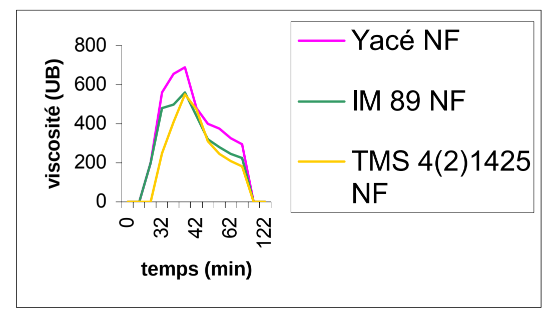


Figure 5 : Viscoamylogrammes des amidons natifs des trois variétés de manioc

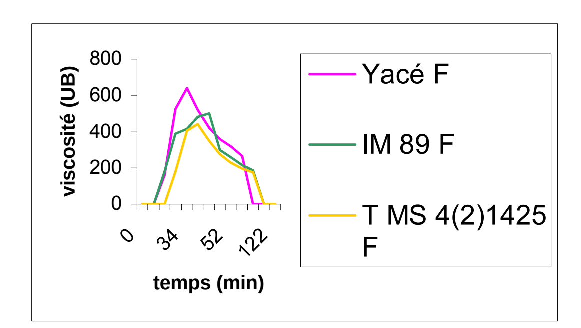


Figure 6 : Viscoamylogrammes des amidons fermentés des trois variétés de manioc

Les courbes de viscosité des amidons natifs et fermentés présentent les mêmes allures.

Au refroidissement, il y a une remontée de la viscosité due à la rétrogradation jusqu'à 50°C. Les empois d'amidon natif de ces variétés sont stables à 95°C.
La variété IM 89 possède un amidon présentant les meilleures propriétés gélifiantes et épaississantes. Les amidons fermentés n'ont donc pas une meilleure consistance finale et une bonne élasticité car la fermentation modifie le comportement thermodynamique et hydrodynamique des grains selon [7] et entraîne une recristallisation partielle de ces derniers après refroidissement.

D'après les travaux de [5] et [6] les différentes caractéristiques au niveau des viscosités sont fonction de l'âge de récolte et de la variété. Le temps de cuisson (9-13 min) des trois variétés analysées caractérisant la facilité de dispersion de leur amidon à haute température est proche de celui du taro blanc et rouge (8-9 min) d'après les résultats de [3] tandis que l'igname Krenglè cuit à 5,3 min des variétés étudiées.

b- La digestibilité *in vitro* des amidons (natif et fermenté)

L'identité des caractéristiques cinétiques montre une certaine analogie structurale entre les deux nouvelles variétés étudiées.

Selon l'allure, les courbes peuvent se subdiviser en deux parties :
De 0 à 90 min représenté par une croissance rapide des taux d'hydrolyse et de 90 à 120 min où les différentes courbes tendent à se stabiliser (figures 7 et 8).

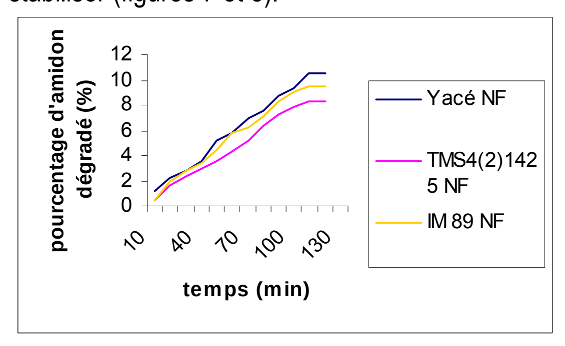


Figure 7 : Digestibilité *in vitro* des amidons natifs des variétés étudiées

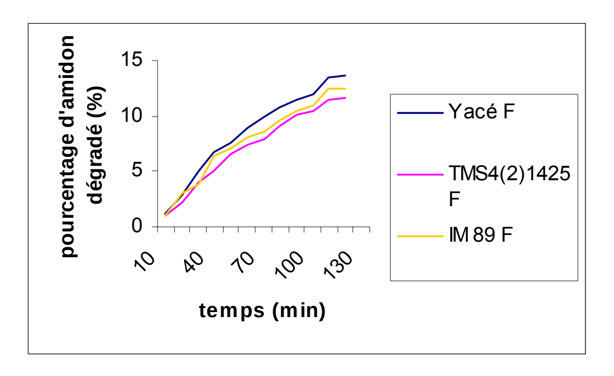


Figure 8 : Digestibilité *in vitro* des amidons fermentés des variétés étudiées

Les résultats concernant la sensibilité des amidons (natif et fermenté) de IM 89, TMS 4 (2)1425 et Yacé permettent d'affirmer que c'est la variété Yacé qui est plus dégradée suivie de IM 89 et de TMS 4 (2)1425.

Ces différences de comportement sous l'action de l'enzyme seraient dues en partie à la pureté des amidons de manioc.

Au cours de la fermentation, le comportement thermodynamique de l'amidon est modifié ce qui facilite l'action des enzymes amylolitiques.

Les amidons natifs des variétés Yacé et IM 89 sont plus sensibles par rapport à TMS 4 (2)1425. Les grains d'amidon des variétés Yacé et IM 89 absorbent plus d'eau lors du gonflement et sont constitués de molécules de grands diamètres.

Des travaux comme ceux de [5 ; 6] ont montré que le manioc est plus facilement hydrolysable que les taros rouge et blanc.

c-La clarté des gels d'amidons natif et fermenté des variétés étudiées

Les amidons fermentés qui ne gonflent pas ou qui gonflent très peu, ont des valeurs de clarté qui sont basses. C'est le cas de la variété TMS 4(2)1425 suivie de celle de IM 89 (figure 9).

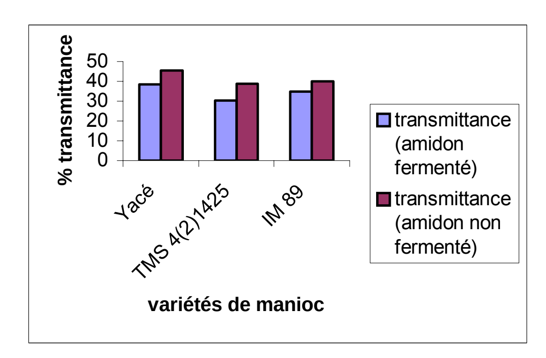


Figure 9 : Clarté des gels d'amidons natif et fermenté des trois variétés

Nous avons par ordre décroissant de pourcentage de clarté pour la pomme de terre (96 % T) > le blé (60 % T) > le maïs (41 % T) et selon [3] pour le Krenglè (36,2 % T) > le taro (23,9 % T) > la patate douce (20,5 % T) > l'esculenta (18,8 %T)> le gingembre (10,5 % T). Ainsi la clarté varie d'une espèce botanique à l'autre. La clarté est également influencée par les impuretés liées à l'amidon entraînant une baisse de la transmittance par absorption de la lumière [8].

Comme l'extraction de l'amidon se fait par voie humide, il est supposé qu'il existe des constituants non protéiques dans cet amidon

CONCLUSION

L'objectif de notre étude était de montrer l'effet de la fermentation sur la viscosité, la digestibilité et la clarté des gels d'amidon des variétés TMS 4(2)1425 et IM 89.

Les résultats montrent que les variétés TMS 4(2)1425 et IM 89 sont riches en amidon.

Les amidons natifs de IM 89 et TMS 4(2)1425 sont plus visqueux et possèdent une clarté élevée par rapport à leurs amidons fermentés équivalents. Toutefois les amidons fermentés sont plus digestes.

La fermentation semble donc diminuer la viscosité et la clarté des amidons mais augmente leur digestibilité *in vitro*.

En perspectives, pour une bonne vulgarisation de ces variétés et de l'emploi de leur amidon en industrie, nous recommandons d'étudier la synérèse, la teneur en amylose, le comportement rhéologique et les tests de cuisson afin de compléter cette étude.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] ABBE C., 2004. Etude des propriétés physico-chimiques et fonctionnelles de nouvelles variétés de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) cas : de Bonoua 2, Anango-agba et 7901. Diplôme d'Etude Approfondie DEA en Sciences et Technologie des Aliments (Option : Biochimie-Nutrition) Univ. d'Abobo-Adjamé. 71 P.

[2] AFNOR, 1991. Association Française de Normalisation. Recueil des normes françaises des céréales et des produits céréaliers. 3 e édition. 422 P .

[3] AMANI N. G., 1993. Contribution à l'étude des tubercules de taro (*Xanthosoma sagittifolium* I.schott): Evolution des propriétés physico-chimiques de l'amidon au cours de son traitement technologique; Thèse de Doctorat de 3ème cycle. Univ. de Cocody.117 P.

[4] ANONYME 1, 1997. Séries Statistiques Agric.Edition nouvelle.DSDI /MINAGRA.

[5]CERNIN-BEOARD et LEDIVIDICH J., 1976. Valeur alimentaire de quelques produits amylacés d'origine tropicale. Etude *in vivo* et *vitro* de la patate douce, de l'igname, du malaga, du fruit à pain et de la banane. Ann. Zootechn. 168 P.

[6] CHEFTEL G., CHEFTEL H. et BESACON P., 1985. Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Techniques et documentation. Lavoisier .Paris, 5ème tirage.218-234.

[7] CHUZEL G., 1991. Amélioration technique et économique du procédé de fabrication de l'amidon aigre de manioc. Congrès sur « l'amidon aigre de manioc » 2 e édition. 5-7.

[8] CRAIG A., CLODURALDO C., PAUL A. HOSENEY R., 1989.Starch paste clarity-cereal chemists, 182P.

[9] DECOCK P., 1996. Functional properties of starch: Methods and applications Agro. Food.Industry. Hi_tech,July/August 18-23.

[10] DUPRAT F., GALLANT D.J., GUILBOT A. MERCIER C. et ROBIN J. P.1980. L'amidon. In « Les polymères végétaux » Ed B. Monties. Bordas Paris 231-276.

[11] HOLLO J. 1980. L'utilisation de l'amidon dans l'industrie chimique. Université technique, Institut de Technologie Chimique Agricole de Budapest. 5 P.

Actes du 1er Atelier International
Potentialités à la transformation du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Afrique de l'Ouest

Proceedings resulting from the 1st International Workshop
Potential of Cassava (Manihot esculenta Crantz*) Processing in West Africa*

04-07 Juin / June 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire

Sous-Thème 2.3:
Caractérisation physico-chimique et microbiologique du manioc et produits dérivés

Sub-Topic 2.3:
Physico-chemical and microbiological characterization of cassava roots and derived products

Etude des caractéristiques chimiques de nouvelles variétés de manioc (*Manihot esculenta* Crantz)

Study of chemical characteristics of new cassava genotypes (Manihot esculenta Crantz*)*

GOUALO B. Christian*, DJEDJI EBAH B. Catherine, KAMENAN A.***

*Unité de Formation et de Recherche des Sciences et Technologie des Aliments
Université d'Abobo-Adjamé 02 BP 801 Abidjan 02
** Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) / Station de Recherche Technologique, 08 BP 881 Abidjan 08, bogbech@yahoo.fr/ goualo2005@yahoo.fr

RESUME

Le manioc (*Manhiot esculenta Crantz*), occupe une place de choix dans l'agriculture africaine de par ses utilisations diverses dans les industries alimentaires et non alimentaires. Malgré cette importance, la productivité des variétés locales reste toujours faible. Pour corriger cet état de fait, le CNRA a mis au point des variétés à haut rendement mais aux caractéristiques physico-chimiques encore mal connues. Trois variétés : Anango agba, 96 20 A et Bounda 1 ont été étudiées. La variété Yacé a servi de témoin. Ce travail a pour but d'étudier quelques caractéristiques chimiques de ces variétés afin de recueillir des données susceptibles de favoriser leur vulgarisation. Plusieurs analyses telles que la matière sèche (ms), le taux de cendres, le dosage des sucres, lipides, protéines ont été réalisées. Cette étude révèle que les teneurs en acide cyanhydrique varient de 110,60 à 236,76 mg/kg ms. L'acidité titrable varie de 9,15 à 13,84 méq/100g ms. Le taux moyen de matières sèches est de 44%. Les valeurs obtenues au niveau des sucres totaux des trois variétés Anango agba, 96 20 A et Bounda 1 sont respectivement de 1,73 ; 2,05 et 1,58 %. Les teneurs en protéines et en lipides sont faibles Elles varient respectivement de 0,99 à 1,94 % et de 0,43 à 1,63 %. Le manioc est une denrée essentiellement énergétique. L'énergie métabolisable est très élevée pour toutes les variétés (> 378 cal/100g ms).

Mots clés : manioc, acide cyanhydrique, sucres totaux, acidité titrable, glucides totaux, protéines, lipides, cendres.

1 INTRODUCTION

Le manioc (*Manihot esculenta Crantz*) est une denrée importante dans l'alimentation des populations des pays tropicaux et peut constituer jusqu'à 80% du régime alimentaire dans certaines régions [7]. En Côte d'Ivoire, le tubercule de manioc constitue la base de l'alimentation des populations autochtones du sud et la deuxième denrée alimentaire la plus consommée à l'ouest et au centre du pays [14]. L'amidon et la farine de manioc constituent des matières premières importantes dans la fabrication de produits alimentaires ou industriels de plus en plus nombreux et diversifiés. La farine de manioc associée à celle du blé à hauteur de 20% donne des pains de bonne qualité appréciés des consommateurs [16]. Sa production a été estimée en 2004 à 195 millions de tonnes [11] et cela à cause de son faible rendement (9 tonnes/hectare). Pour contribuer à la résolution de ce problème le CNRA a mis au point des variétés résistantes aux maladies et à la sécheresse qui ont des rendements de 30 et 30 tonnes à l'hectare. La vulgarisation et la valorisation optimale de celles-ci et de leurs sous produits nécessitent une connaissance préalable de leur composition chimique. Notre étude porte sur trois de ces variétés que sont Bounda 1, 96 20A et Anango agba. La variété Yacé a servi de témoin. L'objectif de cette étude est de déterminer quelques propriétés chimiques de ces nouvelles variétés afin de mieux déterminer leurs domaines d'utilisation.

2 MATERIEL ET METHODES

1-Materiel

Les variétés de manioc Bounda 1, 96 20A et Anango agba obtenues d'une station expérimentale du CNRA située à Adiopodoumé (Km 17) ont constitué notre matériel végétal. La variété Yacé a servi de témoin. Elles ont été récoltées après 11 mois de période végétative : photographies 1,2 ,3 (Anango agba) et 4.









2-Methodes

La farine crue est fabriquée par découpage, séchage, broyage et tamisage.

L'amidon est extrait par voie humide selon Amani (1993). L'acide cyanhydrique est dosé selon FAO (1956) modifiée par Liebig et Denige (1971). Le taux d'humidité selon la méthode AOAC (1985). Le dosage de l'acidité et le pH ont été réalisés selon AFNOR (1991).La teneur en cendres a été déterminée selon AOAC (1985).Les dosages des sucres réducteurs et des sucres totaux ont été réalisés selon AFNOR, 1991. Les teneurs en glucides totaux et en amidon sont déterminées par calcul. Le dosage des protéines a été réalisé selon KJELDHAL (BIPEA, 1976). Les lipides ont été extraits selon la méthode au Soxhlet (AFNOR, 1991) et la valeur énergétique est réalisée par calcul selon les coefficients d'ATWATER et ROSA (1899). Les analyses statistiques ont été faites par une analyse de variance (ANOVA) au seuil de 5% a été réalisée à l'aide du logiciel SPSS 11.5 de Windows.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

Les teneurs en acide cyanhydrique(HCN) (en mg/Kg ms) sont de 140,5 (Yacé), 148,7 (Bounda 1), 236,8 (96 20A) et 110,6 (Anango agba). Les teneurs en HCN des variétés Yacé et Bounda 1 sont proches de celles obtenues par MOSSO et *al* (2000) avec le cultivar Bonoua (150 mg/Kg ms).

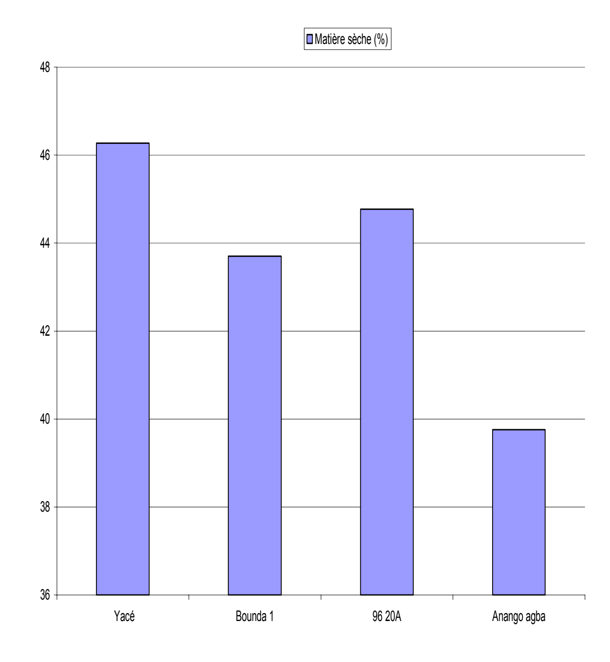


Figure 1: Teneur en matière sèche des 4 variétés

Les taux de matière sèche (ms) sont de 43,3%, 44,8% et 39,8% respectivement pour Bounda 1, 96 20A et Anango agba.. Ces valeurs se rapprochent de celles de ABOUA (1992), 39%, 40,2%. Ces différences sont dues non seulement aux variétés mais aussi aux facteurs du milieu et aux stress.

Les valeurs de pH se situent dans l'intervalle [6,3 – 6,9]. On en déduit que ces variétés donnent des pulpes acides mais moins acides que celles étudiées par ZOUMENOU (1994) qui a trouvé un pH égal à 5,9.

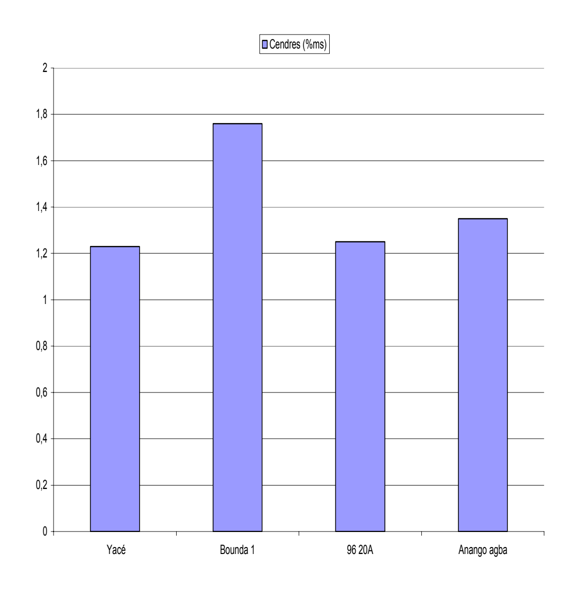


Figure 2 : Teneur en cendres des 4 variétés.

Les teneurs en cendres du témoin et de 96 20A (1,23) sont semblables et inférieures à celles de Bounda 1 (1,76) et Anango agba (1,35).

Les trois variétés ont des teneurs en sucres réducteurs et totaux proches de celle du témoin (0,3 et 1,6%). Ces taux de sucres réducteurs et totaux sont inférieurs à ceux estimés par MEUSER et SMOLNIK (1980) sur le manioc (2,2% et 4,9%).

Les glucides totaux constituent le composant majeur du manioc avec des taux voisins et élevés (92%). L'amidon représente l'essentiel de ceux-ci avec des proportions d'environ 82%. Ces résultats concordent avec ceux de ALAIS et LINDEN (1997), 90%. La forte teneur en énergie calorique (380cal /100g de farine) pour chacune de ces variétés atteste que le manioc est un aliment énergétique.

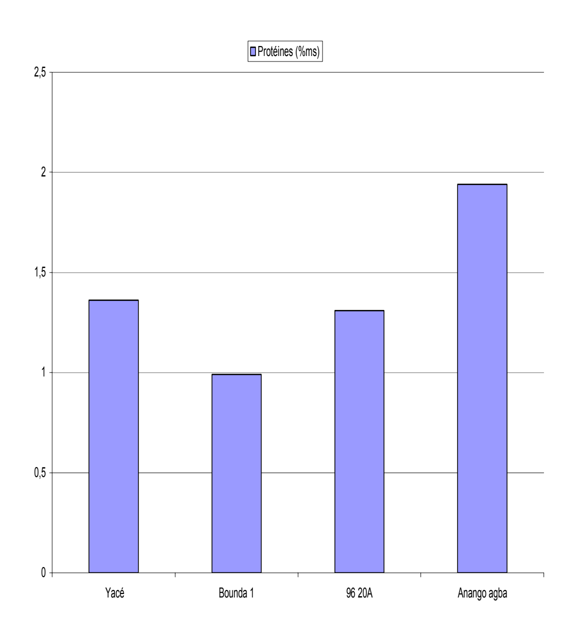


Figure 3 : Teneur en protéines des 4 variétés

Les teneurs en protéines de ces variétés de manioc sont faibles : 1,36 (Yacé), 0,99% (Bounda 1),1,31 (96 20A) et 1,94 (Anango agba). Ces valeurs sont en conformité avec celles obtenues par ADRIAN et *al* (1995) (1,2%) mais sont inférieures à celle de ALAIS et LINDEN (1997) (3,5%).

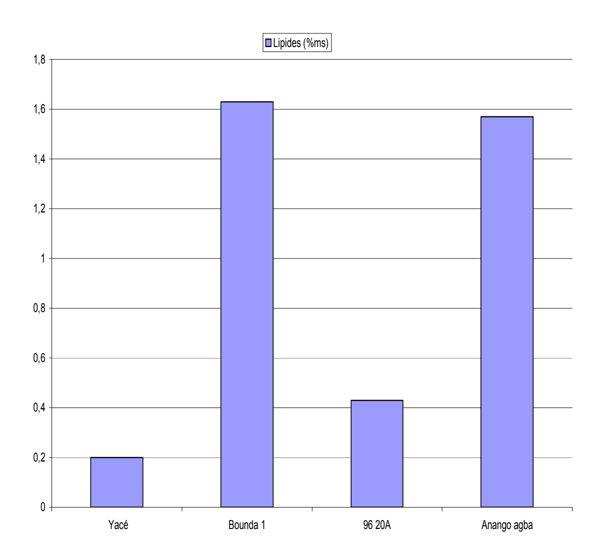


Figure 4: Teneur en lipides des 4 variétés

Ces quatres variétés ont des taux de lipides bas et significativement différents. La variété témoin a le taux le plus bas (0,2%), suivie de 96 20A (0,43%). Le taux de lipides de 96 20A concorde avec ceux de ZOUMENOU (1994) (0,4%). Les

teneurs en lipides de Bounda 1 (1,63%) et Anango agba (1,57%) dépassent largement cette valeur.

Conclusion et perspectives

Les trois variétés de manioc étudiées Bounda 1 96 20A et Anango Agba ont des compositions chimiques similaires. Elles ont de faibles teneurs en protéines, lipides et minéraux mais leurs teneurs en lipides sont significativement plus élevées par rapport à celle du témoin. Aussi les repas compotant du manioc doivent-ils également contenir des aliments riches en protéines et en lipides. Ce sont les teneurs en HCN, cendres, sucres totaux, protéines et lipides qui serviront d'indicateurs chimiques dans le choix des cultivars à vulgariser. Les cultivars 96 20A et Anango agba présentent les meilleures compositions chimiques à ce stade de l'étude. Toutefois d'autres caractéristiques chimiques doivent être déterminées, notamment les hydrolyses acides et enzymatiques, la digestibilité in vitro, le dosage des sels minéraux et des vitamines afin de déterminer de façon précise leurs domaines d'application et aider à leur vulgarisation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1 ABOUA F., 1992. Chemical changes in cassava tubers (*Manihot esculenta* Crantz) during production of placali. *Tropical Science*.6p.

2 ADRIAN J., POTUS J. et FRANGNE R., 1995. La Science Alimentaire de A à Z. Chaire de biochimie industrielle et agro-alimentaire. 2e édition. Technique et documentation. Lavoisier, 1995.11, rue Lavoisier. F-75384 Paris Cedex 08. ISBN : 2-85206-980-6 p 136-474.

3 AFNOR, 1991. Association Française de Normalisation. Recueil des normes françaises des céréales et des produits céréaliers. Troisième édition. P 1-422.

4 ALAIS C., LINDEN G., 1997. Abrégé de Biochimie Alimentaire. 4è édition révisée et complétée. MASSON Paris, Milan, Barcelone 1997 p 95-144.

5 AMANI N. G., 1993. Contribution à l'étude des tubercules de taro (Xanthosoma sagittifolium L. Schott). Evolution des propriétés physico-chimiques de l'amidon au cours des traitements technologiques. Thèse de doctorat 3e cycle, Université d'Abidjan. Soutenue le 25 janvier 1993. 117p.

6 AOAC, 1985. Officiel Methods of Analysis (3rd Edn). Association of Agricultural Chemists, Washington D.C. P 3-40.

7 ASIEDU J.J., 1989. La transformation des produits agricoles en zone tropicale : approche technologique. CTA, Karthala. 335p.

8 ATWATER W., ROSA E., 1899. A new respiratory calorimeter and the conservation of energy in human body. II-physical. Rev-9, p 214-251.

9 BIPEA, 1976. Bureau Inter Professionnel d'Etudes Analytiques. Recueil des méthodes d'analyses des Communautés Européennes. 447p.

10 FAO, 1956. Acide cyanhydrique : dosage utilisant la méthode alcaline de titrage. Extrait du traitement du manioc, FAO, p 84-85.

11 FAOSTAT, 2003-2004. Production year book, volume 58. 12p.

12 LIEBIG -DENIGE, 1971. Dosage de l'acide cyanhydrique. Meded. Landbouwhogeschool; Wageningen 71. P 13.

13 MEUSER F. and SMOLNIK H. D., 1980. Processing of cassava to gari and other foodstuffs. Starch / Staerke , 32, 4: 116-122.

14 MOSSO K., BOHOUA G., GNAKRI D., 2000. Détoxication en cyanure des aliments dérivés du manioc. UFR des sciences et technologie des aliments. Université d'Abobo-Adjamé. Côte d'Ivoire. 9p.

15 MOSSO K., KOUADIO N., NEMLIN G.J, 1996. Transformation traditionnelle de la banane, du manioc, du taro et de l'igname dans les régions du centre et du sud de la Côte d'Ivoire. *Industrie alimentaire et agricole*, 113(3), 91-96.

16 PARMENTIER M., FOUA-BI K., 1988. Céréales en régions chaudes : conservation et transformation. a s : actualité scientifique. J.L : John Libbey Eurotext. Paris-Londres, p 123-228.

17 ZOUMENOU V., 1994. Etudes physico-chimiques et nutritionnelles de quelques préparations alimentaires à base de manioc (Manihot esculenta crantz). Thèse de doctorat 3e cycle ès Sciences naturelles (option : Biochimie-nutrition). Univ. Cocody. 102p.

Biochemical and microbiological changes of cassava dough fermented at different temperature conditions

DJENI N'Dédé Théodore[1], N'GUESSAN Florent[1], DADIE Thomas[1], AKA Solange[1] and DJE Koffi Marcellin[1]

[1] Department of Food Sciences and technology, University of d'Abobo-Adjamé, 02 BP 801 Abidjan 02 (Côte d'Ivoire)

Cassava fermentation helps to preserve the food, provides a wide variety of textures and flavours and significantly improves the nutritional properties of the raw material. The production of attiéké from cassava in Côte d'Ivoire, typically occurs on a household or small industrial scale, and consequently suffers from inconsistent product quality and may not always be safe for consumption. Therefore, this work was carried out to assess the biochemical and microbiological changes of the fermented cassava dough during spontaneous fermentation under different temperature conditions. Cassava doughs were inoculated with 10% of traditional starter and respectively incubated at 25°C, 30°C, 35°C, 45°C and ambient temperature. And then, pH, total titrable acidity, total sugar consumption, efficiency of fermentations, microorganims growth was assessed with time. There were different evolutions of studied parameters with time and in function of temperature of incubation. There were significant difference between temperatures and 35°C seemed to be the best temperature for microorganisms growth, acid production, sugar consumption and gas produced from fermentation. The results of the present work indicate that cassava dough fermentation, initiated by the inoculation of spontaneous traditional starter is widely influenced the temperature conditions.

Keywords: fermentation, cassava dough, traditional starter, attiéké

1- INTRODUCTION

Cassava, the enlarged root of *Manihot esculenta Crantz*, is a staple food for over 500 million people in the developing world (Cock, 1985). It has important agronomic advantages, and two important deficiencies (Kostinek et *al*., 2005). So that, it is traditionally processed into a wide variety of products with different local names (Hahn, 1989). The processing methods cover a combination of procedures, but the most popular processing method is by fermentation (Hahn, 1989). In Côte d'Ivoire, the cassava fermentation for attiéké production requires the used of a traditional starter which constitutes the main source of microorganisms active in the dough fermentation. Moreover, the fermentation is most of the time achieved in bad environment conditions and is under influence of several factors such as the quality and the rate of traditional starter used, the air conditions and the variation of temperature. Djouldé (2004), and Trèche et *al.*, (1995) mention at this effect that the most influential factor on cassava bioconversion are pH and temperature. These factors could have an influence on ability of starch degradation, enzymes production and biochemical processes occurring during the fermentation.

This study is carried out to assess the biochemical and microbiological changes of cassava dough fermenting in different temperature conditions.

2- MATERIALS AND METHODS

2.1- Materials

Traditional starter: Samples of ready to use traditional starter were obtained at a small-scale (women's enterprise) attiéké production in Abidjan.

Cassava roots: 12 months-old freshly harvested cassava roots of the bitter variety were obtained from a farm of the University of Abobo-Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire)

2.2- Fermentation of cassava dough

About 4 kgs of freshly harvested cassava roots were peeled, washed and grated with a traditional grater. The cassava mash obtained was inoculated with 10% (w/w) of traditional starter, divided into 5 parts of 500 g each, and then incubated respectively at 25°C, 30°C, 35°C, 45°C and room temperature (27-28°C). The fermentation was follow with time and samples of fermenting dough were aseptically collected into stomacher bags for analysis.

2.3- Biochemical analysis

Biochemical composition of cassava fermenting doughs was determined during fermentation as follows: The pH values were determined by a pH-meter (pH-meter P107, CONSORT, Bioblock scientific, France), total titrable acidity was determined by titration of 10 ml of filtered solution of cassava dough with NaOH 0.1 N, using 1% phenophtalein as indicator, the total sugars content were estimated by a procedure given by Dubois et *al*. (1956) and the values were expressed in g/100g of fresh dough, while the reducing sugars were quantified as previously described by Bermfeld (1957). The efficiency of the fermentation was determined by measuring the gas produced per hour during the fermentation, using an experimental device described by Pol (1996)

2.4- Enumeration of microorganisms

For all determinations, 10 g of the samples were homogenized in a stomacher with 90 ml of sterile peptoned buffered water (AES Laboratoire, COMBOURG France).Tenfold serial dilutions of stomacher fluid were prepared. Enumeration of lactic acid bacteria was carried out using plates of DeMan, Rogosa and Sharp agar (MRS, Merck 10660, Merck, Darmstadt, Germany) which were incubated anaerobically in an anaerobic jar at 30°C for 3 days. Yeasts were enumerated on plates of Sabouraud chloramphenicol agar (Fluka, Bochemica 89579, Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Inda) incubated at 30°C for 4 days. Aerobic mesophiles were enumerated on plates of Plate Count Agar (PCA Oxoïd LTD, Basingstore, Hamsphire, England) and incubated at 30°C for 2 days

2.5- Statistical analysis

Results were subjected to analysis of variance (ANOVA), and the significance of difference was defined at $P \leq 0.05$.

3- RESULTS AND DISCUSSION

Microorganisms contribute by virtue of their metabolic activities to the development of characteristic properties of fermented foods (Holzapfel, 1997). Many of these desirable attributes may also be associated with spontaneous food fermentations, the outcome and quality of which may not always be predictable or controllable. This is a major problem typically associated with traditionally fermented foods in Africa. Their preparation generally relies on chance inoculation and the result is often a product of inconsistent quality, poor hygiene, poor nutritional value and short shelflife (kimaryo et *al*., 2000). This study demonstrated the impact of temperature on cassava dough fermentation during attiéké production.

3.1- Changes in pH and total titrable acidity

pH is a critical factor in developing flavour and aroma of foods (Montet et *al.*, 2006 and Panda et *al.*, 2007). In our study, the pH of the initial dough was 5.89.There was a gradual but quick fall oh pH during the first 12 hours of fermentation for all temperature of incubation (Table 1). Similar results were found by Coulin et *al*. (2006). The initial total titrable acidity value for the non-fermented dough was somewhat low (0.09%). The results showed that cassava doughs underwent acidification during fermentation (table 1). Analyse of variance showed that temperature significantly changed the percentage of total titrable acidity of fermenting dough, with respect to 35°C and 45°C. The decrease of pH and the rapid increase of titrable acidity was probably due to the accumulation of organic acids mainly lactic and acetic acids (Giraud et *al*., 1998; Coulin et *al*., 2006 and Panda et *al*., 2007).

3.2- Total and reducing sugars content

Sugars content was found to decrease proportionally with the increase in the duration of fermentation, with respect for the doughs incubated at 30°C, 35°C and 45°C, where the initial value fall from 2.9 g/100g respectively to 0.58 g/100g, 0.36 g/100g and 0.45 g/100g only after 6 hours of fermentation (Table 2). It was clear that, due to the amylolytic activity of the microflora of the traditional starter, a part of starch in cassava dough was converted to sugar and consequently to lactic acids, during organic acid metabolism (Giraud et *al*., 1993; Zhang et *al*., 2000). However, all the fermentable sugars generated did not be converted to lactic acids a substantial portion had

been probably utilized by microorganisms present in the fermentation medium for their normal metabolism (Montet et *al*., 2006; Panda et *al.*, 2007).

Table 1 : Changes in pH and Total titrable acidity during fermentation of cassava doughs at various temperature conditions

Fermentation	pH					Total titrable acidity (%)				
period (hours)	25°C	30°C	35°C	45°C	AT	25°C	30°C	35°C	45°C	AT
0H	5,89± 0,14	5,89± 0,14	5,89± 0,14	5,89± 0,14	5,89± 0,14	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,01
6H	5,2 ± 0,51	4,81 ± 0,27	4,6 ±0,26	4,4 ± 0,05	4,8 ± 0,34	0,30 ± 0,2	0,42 ± 0,15	0,55 ± 0,09	0,56 ± 0,07	0,49 ± 0,06
12H	4,5 ± 0,08	4,3 ± 0,14	4,2 ± 0,02	4,1 ± 0,05	4,3 ± 0,03	0,60 ± 0,02	0,69 ± 0,06	0,80 ± 0,05	0,88 ± 0,01	0,74 ± 0,05
18H	4,3 ± 0,02	4,1 ± 0,1	4,0 ± 0,01	4,0 ± 0,03	4,2 ± 0,08	0,72 ± 0,04	0,8 ± 0,13	0,98 ± 0,6	1,06 ± 0,05	0,82 ± 0,08

Table 2 : Changes in total and reducing sugars during fermentation of cassava doughs at various temperature conditions

Fermentation	Total sugars (g/100g)					Reducing sugars (mg/100g)				
period (hours)	25°C	30°C	35°C	45°C	AT	25°C	30°C	35°C	45°C	AT
0H	2,9 ± 0,09	2,9 ± 0,09	2,9 ± 0,09	2,9 ± 0,09	2,9 ± 0,09	1,11 ± 0,05	1,11 ± 0,05	1,11 ± 0,05	1,11 ± 0,05	1,11 ± 0,05
6H	1,25 ± 0,18	0,58 ± 0,11	0,36 ± 0,1	0,45 ± 0,11	0,87 ± 0,05	2,55 ± 0,8	2,80 ± 0,6	2,44 ± 0,11	3,17 ± 0,26	4,82 ± 0,72
12H	0,45 ± 0,10	0,33 ± 0,04	0,28 ± 0,09	0,35 ± 0,15	0,77 ± 0,05	2,41 ± 0,80	2,52 ± 0,20	0,80 ± 0,05	2,91 ± 0,78	3,61 ± 0,53
18H	0,33 ± 0,07	0,26 ± 0,03	0,26 ± 0,08	0,33 ± 0,14	0,33 ± 0, 07	2,21 ± 0,20	1,88 ± 0,13	1,82 ± 0,10	2,49 ± 0,81	2,41 ± 0,85

3.3- Efficiency of the fermentation

The results showed different evolutions in gas production at each temperature (fig. 1). The maximal amount of gas released per hour during the fermentation was obtained only after 4 hours of fermentation at 35°C. Analysis of variance showed significant difference (P< 0.05). 35°C appeared to be the best temperature for microorganism activities. In fact, starch hydrolysis was naturally most intensive at highest temperature due to the faster microflora development (Gotcheva et al., 2001).

3.4- Enumeration of mcroorganisms

The total aerobic mesophile counts corresponded approximatively to the sum of lactic acid bacteria, yeasts, *Bacillus* and *Enterobacteria* (Coulin, 2006). In the fermenting doughs, lactic acid bacteria were dominant with the highest growth occurring after 12 hours of fermentation and numbers reaching 7.8×10^9 cfu/g, 1.3×10^8 cfu/g, 1.2×10^8 cfu/g and 10^8 cfu/g respectively at 35°C, 45°C, 30°C and ambient temperature (Fig. 2). Yeasts growth was very well enhanced at 35°C and 30°C, and at 45°C we observed cell mortality (Fig 3). Analyse of variance showed significant differences (P< 0.05) between all the temperatures, and 35°C appeared to be the best for microorganisms activities. The rapid increase of fermenting mcroorganisms during attiéké fermentation, after inoculation of cassava pulp is generally consistent with reports on other cassava fermentations (Amoa-Awua et al., 1996 Obilie et al., 2004).

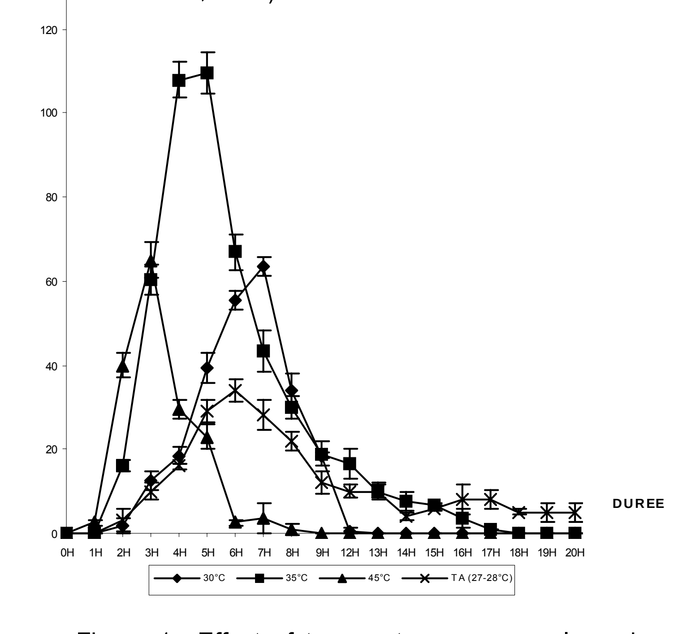


Figure 1 : Effect of temperature on gas released during cassava doughs fermented with 10% of traditional starter

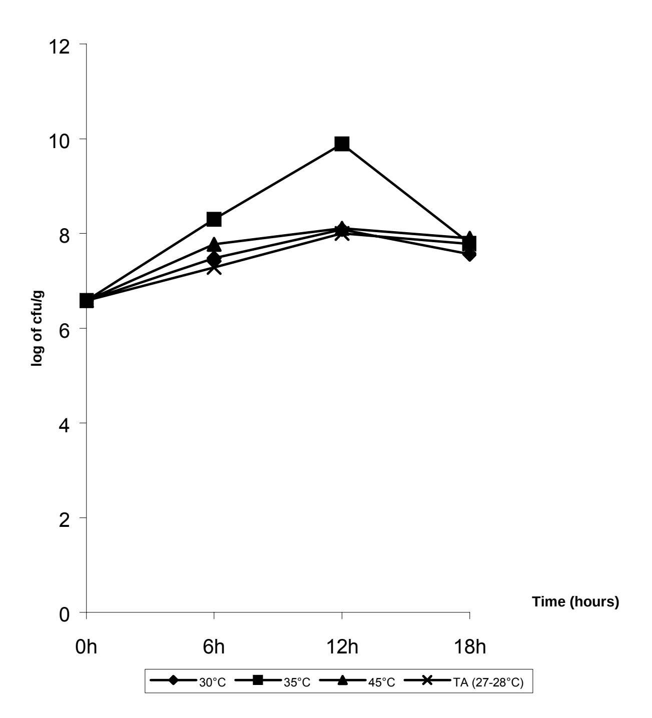


Figure 2 : Effect of temperature on lactic acid bacteria growth during cassava doughs fermented with 10% of traditional starter

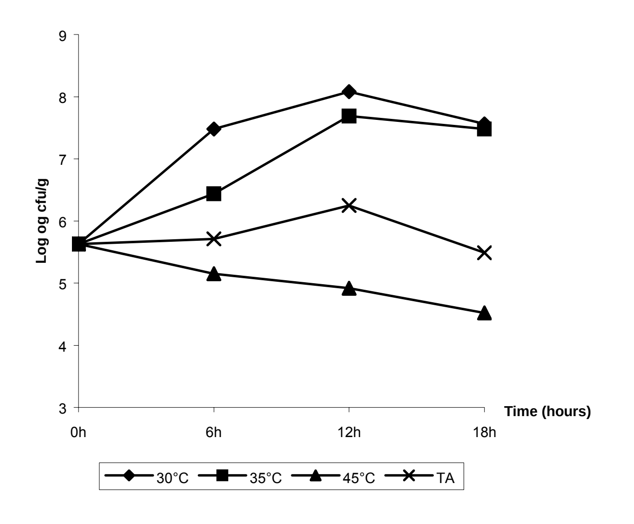


Figure 3 : Effect of temperature on yeasts growth during cassava doughs fermented with 10% of traditional starter

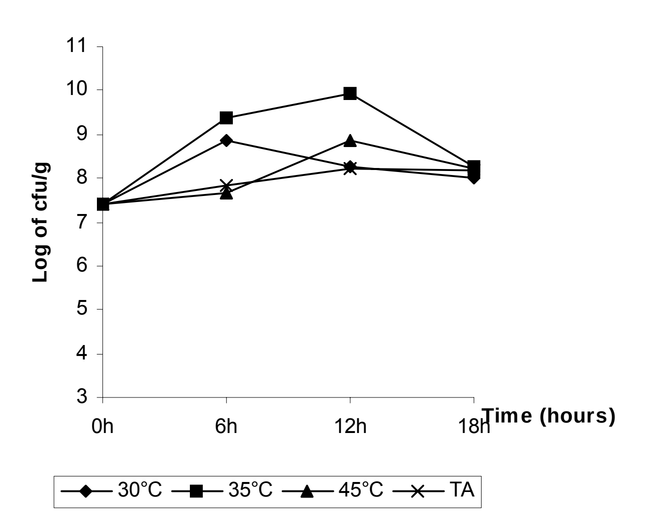


Figure 4 : Effect of temperature on aerobic mesophiles growth during cassava doughs fermented with 10% of traditional starter

4- CONCLUSION

The results of the present work indicate that cassava dough fermentation, initiated by the inoculation of spontaneous traditional starter, is widely influenced by the temperature conditions. In addition, the identification of an optimal temperature for a controlled fermentation may be considered for further development aims at improving attiéké fermentation.

REFERENCES

[1] Amoa-Awua, W.K.A., Appoh, F.W., Jakobsen, M., 1996. Lactic acid fermentation of cassava dough into agbelima. *Int. J. of Food Microbiol.* 31, 87–98.

[2] Coulin P., Farah Z., Assanvo J., Spillman H. and Puhan Z., 2006. Characterisation of the microflora of attiéké, a fermented cassava product during traditional small-scale production. *Int. J. of Food Microbiol.*, 106, 131-136.

[3] Djouldé D. R., 2004. *Mise au pont d'un ferment mixte destine à la bioconversion du manioc cyanogène*. Thèse de Doctorat de l'Ecole Supérieure des Sciences Agro-industrielles (ENSAI) de l'Université de Ngaoundéré, Cameroun.

[4] Dubois M., Gilles K. A. Hamilton J. K., Rebers P. A. and Smith F., 1956. Colorimetric method for determinations of sugars and related substances*.* *Analytical chemistry*, 280, 350-356.

[5] Giraud E., Brauman A., Marin B., Pararada J.L. and Raimbault M., 1993. Purification and characterization of an extracellularamylase from *Lactobacillus plantarum* strain A6. *J. Appl. Bacteriol. 75*, 276–283.

[6] Giraud E., Champailler A., Moulard S. and Rambault M, 1998. Development of a miniaturized selective counting strategy for lactic acid bacteriafor evaluation of a mixed starter in a model cassava fermentation. *J. Appl. Microbiol.* 84, 444-450.

[7] Gotcheva V. Pandiella S. S., Angelov A. Roshkova Z. and Webb C., 2001. Monitoring of the traditional Bulgarian beverage Boza. *Int. J. Food Sci. Technol*., 36, 129-134.

[8] Holpzapfel W., 1997. Use of starter cultures n fermentation on household scale. *Food Control* 8, 241-258.

[9] Kimaryo, V.M., Massawi, G.A., Olasupo, N.A., Holzapfel,W.H., 2000. The use of a starter culture in the fermentation of cassava for the production of 'Kivunde', a traditional Tanzanian food product. *Int. J. of Food Microbiol.* 56, 179–190.

[10] Kostinek M., Specht I., Edward V.A., Schillinger U., Hertel C., Holzapfel W.H., Franz C.M.A.P., 2005. Diversity and technological properties of predominant lactic acid bacteria from fermented cassava used for the preparation of Gari, a traditional African food. *Syst. and Appl. Microbiol.* 28, 527–540.

[11] Montet D., Loiseau G. and Zakhia-Rozis, N. 2006. Microbial technology of fermented vegetables. In *Microbial Biotechnology in Horticulture*, Vol 1 (R.C. Ray and O.P. Ward, eds.) pp. 309–343, Science Publishers Inc., Enfield, NH.

[12] Obilie E. M., Tano D. and Amoa-Awua W. K. A., 2004. Souring and breakdown of cyanogenic glucosides during the processing of cassava into akyeke. *Int. J. Food Microbiol*., 93, 115-121.

[13] Panda S. H., Parmanick M. and Ray R. C., 2007. Lactic acid fermentation of sweet potato (*Ipomoea batatas* l.) into pickles. *Journal of Food Processing and Preservation* 31, 83–101.

[14] POL D., 1996. Travaux pratiques des biologies des levures. Ellipses Edition Marketing, pp 72 – 73.

[15] Trèche S. et Massamba J., 1995. Les modes de transformations du manioc au Congo. In : Agbor-Egbe T., Brauman A., Griffon D et Trèche S. (eds.) : *Transformations alimentaire du manioc*, Editions Orstom pp 453-460. ;

[16] Zhang J.H., Hu F. and Chen H.Y., 2000. Processing technique of vegetable juice beverage of Sechium edule Swartz and fermentation beverage of *Cucurbita moschata* Duch. *J. Shanghai Agric. Coll. 18*, 114–11.

Effet de la température sur quelques propriétés physico-chimiques et microbiologiques de la pâte de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en fermentation

DJENI N'Dédé Théodore[1], N'GUESSAN Florent[1], DADIE Thomas[1], AKA Solange[1] and DJE Koffi Marcellin[1]

[1] Département des Sciences et Technologies des Aliments, Université d'Abobo-Adjamé, 02 BP 801 Abidjan 02 (Côte d'Ivoire)

La fermentation du manioc permet la préservation des aliments, fournit une large variété de texture et flaveurs et améliore considérablement les propriétés nutritionnelles des matières premières. La production d'attiéké en Côte d'Ivoire se fait typiquement dans le cadre familial ou par de petites unités de transformation et souffre par conséquence de production de produits finis de qualité inconsistante, pas toujours sains pour la consommation. Ainsi, ce travail a été réalisé pour évaluer les modifications biochimiques et microbiologiques au cours de la fermentation de la pâte de manioc sous différentes conditions de température. Des pâtes de manioc ont été inoculées avec 10% (P/P) de levain traditionnel et incubées respectivement à 25°C, 30°C, 35°C, 45°C et à la température ambiante. Et ensuite le, pH, le taux d'acidité titrable, la teneur en sucres totaux et réducteurs, Le volume de gaz dégagé et la croissance des microorganisms ont été suivis dans le temps. Les résultats de cette étude ont montré différentes évolutions des paramètres étudiés avec le temps et en fonction de la température d'incubation. Il y a eu des différences significatives selon les différentes températures d'incubation et la température de 35°C semblait être la mieux adaptée à la croissance de microorganismes, à la production d'acide, à la consommation de sucres et à la production de gaz au cours de la fermentation. Les résultats de ce présent travail indiquent que la fermentation de la pâte de manioc serait considérablement influencée par la température.

Mots-clé: fermentation, pâte de manioc, ferment traditionnel, attiéké, température

1- INTRODUCTION

Le manioc (*Manihot esculenta Crantz)*, est l'aliment de base de plus de 500 millions de personnes dans les pays en voie de développement (Cock, 1985). Il présente d'énormes avantages agronomiques et deux limites considérables (Kostinek et *al*., 2005). Ainsi, il est transformé par de techniques traditionnelles en une grande variété de produits avec différentes appellations locales (Hahn, 1989). Les méthodes de transformation couvrent une combinaison de techniques, mais la plus utilisée de ces techniques est la fermentation (Hahn, 1989). En Côte d'Ivoire, la fermentation du manioc pour la production d'attiéké nécessite l'utilisation d'un levain traditionnel qui constitue la principale source de microorganismes actifs de la fermentation. Par ailleurs, la fermentation est le plus souvent réalisée dans un environnement malsain et est très souvent influencée par certains facteurs tels que le taux de ferment utilisé, l'aération et la variation de climat. Ces facteurs pourraient avoir une influence sur la capacité à la dégradation de l'amidon, à la production d'enzymes et sur les processus biochimiques qui surviennent durant la fermentation.

Cette étude a donc été réalisée pour évaluer les principaux changements biochimiques et microbiologiques au cours de la fermentation de la pâte de manioc incubée à différentes températures.

2- MATERIEL AND METHODES

2.1- Materiel

Ferment traditionnel: Les échantillons de ferment prêts à l'emploi ont été fournis par une productrices de la ville d'Abidjan.

Tubercules de manioc: Des racines fraîches de manioc de la variété amère (IAC), âgées de 12 mois ont été récoltées dans un champs

expérimental sur le site de l'Université d'Abobo-Adjamé.

2.2- Fermentation de la pâte de manioc

Environ 4 kg de racines de manioc fraîchement récoltées ont été épluchés, laves abondamment à l'eau et râpés à 'aide d'une tôle perforée. La pâte de manioc ainsi obtenue est inoculée avec 10% de levain traditionnel (p/p), puis divisée en 5 lots de 500 g chacun et incubés chacun à une température fixe (25°C, 30°C, 35°C, 45°C et température ambiante) pour fermentation. La fermentation a été suivie dans le temps et des aliquotes de pâtes sont prélevés aseptiquement à intervalles de temps régulier pour analyses.

2.3- Analyses biochimiques

La composition biochimique de la pâte de manioc a été déterminée au cours de la fermentation comme suit: le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre (pH-meter P107, CONSORT, Bioblock scientific, France), Le taux d'acidité titrable a été déterminé par dosage de 10 ml d'une solution filtrée de pâte de manioc avec du NaOH 0.1 N, en utilisant du phénophtaléine comme indicateur coloré. Les sucres totaux ont été dosés par la méthode de Dubois et *al*. (1956) et exprimés en g/100g de matière fraîche quand les sucres réducteurs ont été quantifies par la méthode de Bermfeld (1957). Le dégagement de gaz au cours de la fermentation a été quantifié à l'aide d'un dispositif décrit par Pol (1996).

2.4- Dénombrement des microorganismes

Pour toutes les analyses microbiologiques, 10 g de pâte fermentée sont homogénéisées dans 90 ml d'eau peptone tamponnée (AES Laboratoire, COMBOURG France). Ensuite des dilutions décimales ont été préparées à partir de cette solution. Le dénombrement des bactéries lactiques a été réalisé à l'aide de la gélose MRS (MRS, Merck 10660, Merck, Darmstadt, Germany) incubée en anaérobiose à 30°C pendant 3 jours. Les levures ont été dénombrées sur gélose Sabouraud au chloramphénicol agar (Fluka, Bochemica 89579, Sigma Aldrich Chemie GmbH, Inda) après 4 jours d'incubation à 30°C. Les germes aérobies mésophiles ont été dénombrés à l'aide de la gélose PCA (Plate Count Agar) (PCA Oxoïd LTD, Basingstore, Hamsphire, England) après incubation à 30°C pendant 2 jours.

2.5- Analyse statistique

Les résultats ont été traités statistiquement selon une analyse de variance (ANOVA) avec le test de Duncan au seuil $P \leq 0.05$.

3- RESULTATS ET DISCUSSION

Les microorganismes contribuent de par leurs activités métaboliques au développement des propriétés caractéristiques des aliments fermentés (Holzapfel, 1997). Plusieurs de ces propriétés pourraient être aussi associées aux fermentations spontanées dont la finalité ne peut toujours être prédite ou contrôlée. C'est le problème majeur des aliments traditionnels fermentés en Afrique. Le succès de Leur préparation est lié à la chance et il en résulte le plus souvent des produits finis de qualité inconsistante, de faible valeur nutritionnelle et de court durée de vie (kimaryo et *al*., 2000). Cette étude démontre l'impact de la température sur la fermentation de la pâte de manioc au cours de la production d'attiéké.

3.1- pH et acidité titrable

Le pH constitue un facteur critique dans le développement de la flaveur et de l'arôme des aliments (Montet et *al*., 2006 et Panda et *al*., 2007). Dans notre étude, le pH de la pâte initial était de 5.89. Durant les 12 premières heures de fermentation, une baisse graduelle mais rapide du pH a été observée pour toutes les températures d'incubation (Table 1). Des résultats similaires ont été démontrés par Coulin et *al*. (2006). Le taux initial d'acidité titrable de la pâte en début de fermentation est quelque peu faible (0.09%). Les résultats montrent que les pâtes de manioc subissent une acidification au cours de la fermentation (table 1). L'Analyse de la variance montrent que la température influence significativement ($P \leq 0,05$) la production d'acide au cours de la fermentation avec un effet plus remarqué pour les températures de 35°C et 45°C. La baisse du pH et l'augmentation du taux d'acidité seraient due à une accumulation d'acides organiques principalement des acides lactiques et acétiques (Giraud et *al*., 1998; Coulin et *al*., 2006 et Panda et *al*., 2007).

3.2- Taux de sucres

Le taux de sucres décroît proportionnellement au cours du temps, avec une diminution plus rapide dans les pâtes incubées à 30°C, 35°C et 45°C, où la valeur initiale diminue de 2.9 g/100g respectivement à to 0.58 g/100g, 0.36 g/100g et 0.45 g/100g seulement après 6 heures de (Table 2). Il est clair que, du fait de l'activité amylolytique de la microflora du ferment traditionnel, une partie de l'amidon de la pâte de manioc a été convertie en et conséquemment en acide lactique au cours du métabolisme des acides organiques (Giraud et *al*., 1993; Zhang et *al*., 2000). Cependant, tous les sucres fermentescibles produits n'ont pas été convertis en acide lactique. Une part substantielle a été probablement utilisée par les microorganisms présents dans le milieu fermentaire pour les métabolisme normal (Montet et *al*., 2006; Panda et *al.*, 2007).

Table 1 : Evolution du pH et du taux d'acidité titrable au cours de la fermentation de la pate de manioc a diverses températures

Fermentation	pH					acidité titrable (%)				
period (hours)	25°C	30°C	35°C	45°C	AT	25°C	30°C	35°C	45°C	AT
0H	5,89± 0,14	5,89± 0,14	5,89± 0,14	5,89± 0,14	5,89± 0,14	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,01
6H	5,2 ± 0,51	4,81 ± 0,27	4,6 ±0,26	4,4 ± 0,05	4,8 ± 0,34	0,30 ± 0,2	0,42 ± 0,15	0,55 ± 0,09	0,56 ± 0,07	0,49 ± 0,06
12H	4,5 ± 0,08	4,3 ± 0,14	4,2 ± 0,02	4,1 ± 0,05	4,3 ± 0,03	0,60 ± 0,02	0,69 ± 0,06	0,80 ± 0,05	0,88 ± 0,01	0,74 ± 0,05
18H	4,3 ± 0,02	4,1 ± 0,1	4,0 ± 0,01	4,0 ± 0,03	4,2 ± 0,08	0,72 ± 0,04	0,8 ± 0,13	0,98 ± 0,6	1,06 ± 0,05	0,82 ± 0,08

Table 2 : Evolution du taux des sures totaux et réducteurs au cours de la fermentation de la pate de manioc a diverses températures

Fermentation	sucres totaux (g/100g)					sucres réducteurs (mg/100g)				
period (hours)	25°C	30°C	35°C	45°C	AT	25°C	30°C	35°C	45°C	AT
0H	2,9 ± 0,09	2,9 ± 0,09	2,9 ± 0,09	2,9 ± 0,09	2,9 ± 0,09	1,11 ± 0,05	1,11 ± 0,05	1,11 ± 0,05	1,11 ± 0,05	1,11 ± 0,05
6H	1,25 ± 0,18	0,58 ± 0,11	0,36 ± 0,1	0,45 ± 0,11	0,87 ± 0,05	2,55 ± 0,8	2,80 ± 0,6	2,44 ± 0,11	3,17 ± 0,26	4,82 ± 0,72
12H	0,45 ± 0,10	0,33 ± 0,04	0,28 ± 0,09	0,35 ± 0,15	0,77 ± 0,05	2,41 ± 0,80	2,52 ± 0,20	0,80 ± 0,05	2,91 ± 0,78	3,61 ± 0,53
18H	0,33 ± 0,07	0,26 ± 0,03	0,26 ± 0,08	0,33 ± 0,14	0,33 ± 0, 07	2,21 ± 0,20	1,88 ± 0,13	1,82 ± 0,10	2,49 ± 0,81	2,41 ± 0,85

3.3-Volume de gaz dégagé

Les résultats ont montré différentes évolutions au niveau du volume de gaz degage à chaque température d'incubation (fig. 1). La quantité maximale de gaz dégagé par heure est obtenue seulement après 4 heures de fermentation à 35°C. L'analyse de variance a montré une différence significative (P< 0.05). 35°C semble donc être la meilleure température pour l'activité microbienne. En effet, l'hydrolyse de l'amidon est naturellement plus intense à plus haute température du fait du développement important de la microflore (Gotcheva et al., 2001).

3.4- Dénombrement des microorganismes

Le nombre de germes aérobies mésophiles correspond approximativement à la somme des bactéries lactiques, des levures, des *bacillus* et des entérobactéries (Coulin, 2006). Dans la pâte fermentée, les bactéries lactiques étaient dominants avec la plus forte croissance après 12 heures de fermentation avec des charges moyennes de 7.8×10^9 ufc/g, 1.3×10^8 ufc/g, 1.2×10^8 ufc/g et 10^8 ufc/g respectivement à 35°C, 45°C, 30°C et à la température ambiante (Fig. 2). La croissance des levures est très bien accentuée à 35°C et 30°C, et à 45°C, une mortalité cellulaire est observée (Fig 3). L'analyse de variance a montré une différence significative (P< 0.05) entre toutes les températures et 35°C apparaît être la meilleure température pour la croissance des microorganismes.

La rapide croissance des microorganismes fermentaires durant la fermentation après inoculation de la pâte de manioc est démontrée par d'autres travaux sur la fermentation du manioc (Amoa-Awua et al., 1996 Obilie et al., 2004)

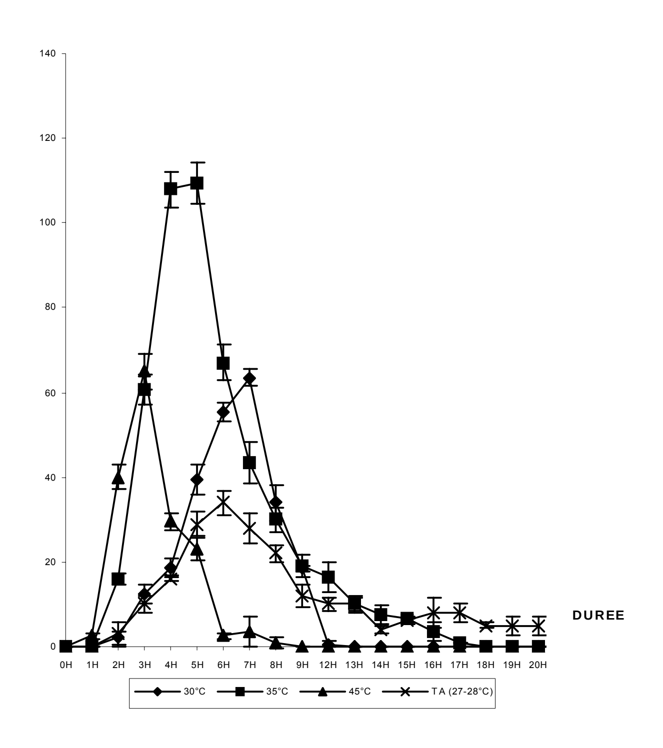


Figure 1 : Effet de la température sur le dégagement gazeux au cours au cours de la fermentation de la pate de manioc a diverses températures

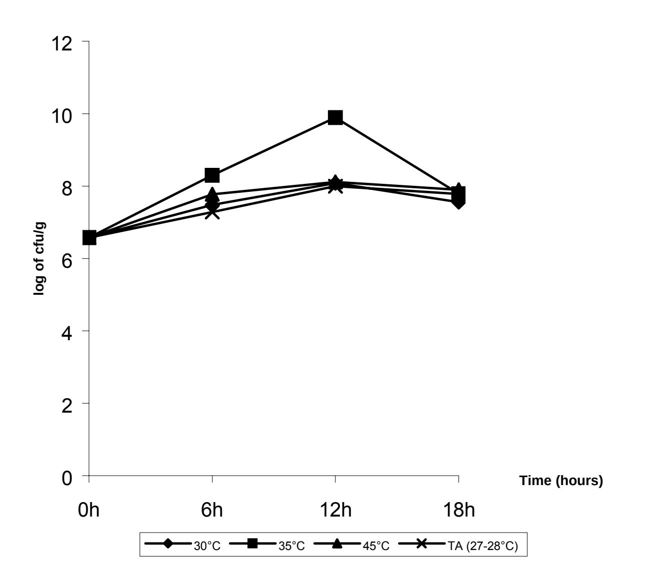


Figure 2 : Effet de la température sur la croissance des bactéries lactiques au cours de la fermentation de la pate de manioc a diverses températures

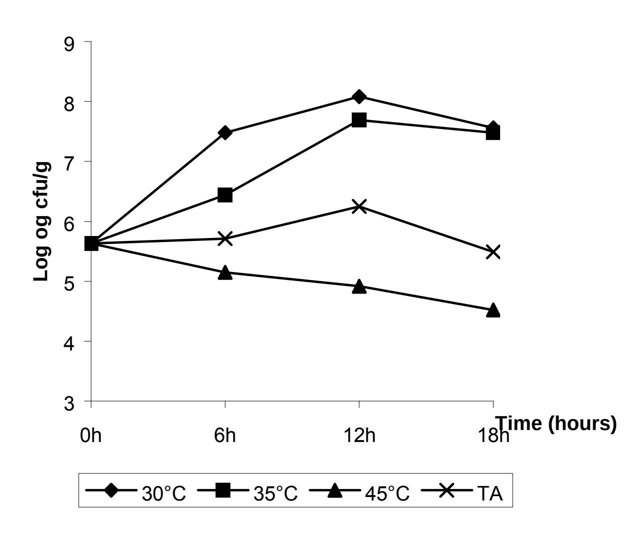


Figure 3 : Effet de la température sur la croissance des levures au cours au cours de la fermentation de la pate de manioc a diverses températures.

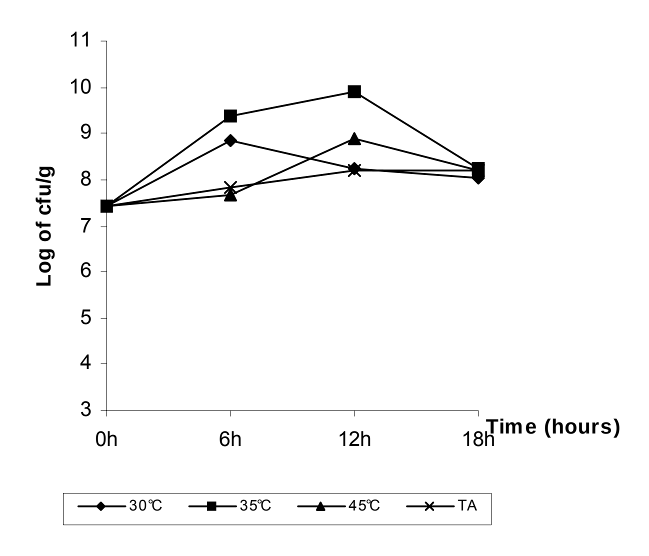


Figure 4 : Effet de la température sur la flore aérobie mésophile au cours de la fermentation de la pâte de manioc a diverses températures.

4- CONCLUSION

Les résultats de travail indiquent que la fermentation de la pâte de manioc, initiée pal l'inoculation d'un ferment traditionnel est largement influencé par la température. De plus,

L'identification d'une température optimale pour une fermentation contrôlée devrait être approfondie pour l'amélioration de la fermentation au cours de la production d'attiéké.

REFERENCES

[1] Amoa-Awua, W.K.A., Appoh, F.W., Jakobsen, M., 1996. Lactic acid fermentation of cassava dough into agbelima. *Int. J. of Food Microbiol.* 31, 87–98.

[2] Coulin P., Farah Z., Assanvo J., Spillman H. and Puhan Z., 2006. Characterisation of the microflora of attiéké, a fermented cassava product during traditional small-scale production. *Int. J. of Food Microbiol.*, 106, 131-136.

[3] Djouldé D. R., 2004. *Mise au pont d'un ferment mixte destine à la bioconversion du manioc cyanogène*. Thèse de Doctorat de l'Ecole Supérieure des Sciences Agro-industrielles (ENSAI) de l'Université de Ngaoundéré, Cameroun.

[4] Dubois M., Gilles K. A. Hamilton J. K., Rebers P. A. and Smith F., 1956. Colorimetric method for determinations of sugars and related substances. *Analytical chemistry*, 280, 350-356.

[5] Giraud E., Brauman A., Marin B., Pararada J.L. and Raimbault M., 1993. Purification and characterization of an extracellularamylase from *Lactobacillus plantarum* strain A6. *J. Appl. Bacteriol. 75*, 276–283.

[6] Giraud E., Champailler A., Moulard S. and Rambault M, 1998. Development of a miniaturized selective counting
strategy for lactic acid bacteriafor evaluation of a mixed starter in a model cassava fermentation. *J. Appl. Microbiol.* 84, 444-450.

[7] Gotcheva V. Pandiella S. S., Angelov A. Roshkova Z. and Webb C., 2001. Monitoring of the traditional Bulgarian beverage Boza. *Int. J. Food Sci. Technol*., 36, 129-134.

[8] Holpzapfel W., 1997. Use of starter cultures n fermentation on household scale. *Food Control* 8, 241-258.

[9] Kimaryo, V.M., Massawi, G.A., Olasupo, N.A., Holzapfel,W.H., 2000. The use of a starter culture in the fermentation of cassava for the production of 'Kivunde', a traditional Tanzanian food product. *Int. J. of Food Microbiol.* 56, 179–190.

[10] Kostinek M., Specht I., Edward V.A., Schillinger U., Hertel C., Holzapfel W.H., Franz C.M.A.P., 2005. Diversity and technological properties of predominant lactic acid bacteria from fermented cassava used for the preparation of Gari, a traditional African food. *Syst. and Appl. Microbiol.* 28, 527–540.

[11] Montet D., Loiseau G. and Zakhia-Rozis, N. 2006. Microbial technology of fermented vegetables. In *Microbial Biotechnology in Horticulture*, Vol 1 (R.C. Ray and O.P. Ward, eds.) pp. 309–343, Science Publishers Inc., Enfield, NH.

[12] Obilie E. M., Tano D. and Amoa-Awua W. K. A., 2004. Souring and breakdown of cyanogenic glucosides during the processing of cassava into akyeke. *Int. J. Food Microbiol*., 93, 115-121.

[13] Panda S. H., Parmanick M. and Ray R. C., 2007. Lactic acid fermentation of sweet potato (*Ipomoea batatas* l.) into pickles. *Journal of Food Processing and Preservation* 31, 83–101.

[14] POL D., 1996. Travaux pratiques des biologies des levures. Ellipses Edition Marketing, pp 72 – 73.

[15] Trèche S. et Massamba J., 1995. Les modes de transformations du manioc au Congo. In : Agbor-Egbe T., Brauman A., Griffon D et Trèche S. (eds.) : *Transformations alimentaire du manioc*, Editions Orstom pp 453-460. ;

[16] Zhang J.H., Hu F. and Chen H.Y., 2000. Processing technique of vegetable juice beverage of Sechium edule Swartz and fermentation beverage of *Cucurbita moschata* Duch. *J. Shanghai Agric. Coll. 18*, 114–11.

Nutritive value, toxicological and hygienic quality of some cassava derived products consumed in Cameroon

Roger DJOULDE DARMAN [1,3*], Jean-Justin ESSIA NGANG [2], François-xavier ETOA[2]

[1]. Institute of Agricultural Research for Development (IRAD) Nkolbisson, P.O. Box 33 Maroua, Far North Province, Cameroon. Tel: +237 986 17 64 E-mail: djoulde@gmail.com
[2]. Department of Biochemistry, University of Yaounde I.
[3]. Department of Nutrition and Food Sciences, University of Ngaoundéré.
* Author to which all correspondences are addressed to.

Cassava-based products (cassava chips, gari and cooked fermented mash cassava roots) were bought from local markets in Cameroon, analyzed for protein, cyanide content and their microbiological quality. Results showed high level of cyanide in gari (114.16±25 ppm), cassava chips (73.85±11 ppm) and low cyanide content in cooked-fermented mash cassava roots “bobolo” (63.1±5 ppm). The average total protein content was low (2.9±0.5% in cassava chips, 1.9±0.3% in fermented cassava sticks and 4.13±0.4% in gari). Microbiological analysis showed a high level of fungi in gari and cassava chips, and mesophilic aerobes (5.6 106cfu/g of dry weight) in cooked fermented mash cassava roots (Bobolo). This study suggests improvement of the production process and post-rotting practices for production of bobolo and other traditional Cameroonian cassava products with the hope of improving upon the toxicological, nutritive and hygienic quality of these products.

Key words: cassava, micro-organisms, proteins, cyanide compounds, gari.

1 INTRODUCTION

Cyanide toxicity from cassava is mostly manifested after ingestion of fresh roots of the bitter cassava variety [1]. Usually, manifestations of toxicity are chronic and are always linked to ingestion of poorly detoxified derivatives of cassava containing cyanogens [2]. Accumulation of cyanide compounds in humans can lead to goiter, cretinism, ataxic neuropathy [3]. Availables technologies for the preparation of different cassava derivatives require hard work and is time consuming [4]. Most of processes are not standardise, and mainly round up manually. This does not guarantee the nutritional and hygienic quality of the final product. The present study is aimed at contributing to the toxicological and microbiological study of some mostly consumed cassava derivatives, in Cameroon [5].

2 MATERIAL AND METHODS

2.1. Studied Derivatives and Sampling

The derivatives studied were mainly: gari (mash cassava tied up in bags, pressed and fermented for 2 days and fried without or with a little quantity of palm oil); cassava chips (roots cut into cubes, fermented, sun dried, and ground into flour) and cooked fermented cassava paste called locally “Batons de manioc” (cassava roots submerged in water, fermented, ground, moulded into a paste form, tied in leaves and boiled). Sampling was carried out in 25 local markets, of seven of the ten provinces in Cameroon. Samples were collected 4 times to give a total of 60 samples of fermented cassava paste and chips and 22 samples of gari (because gari is not produced all over the national territory). Samples of 250g were taken, sealed in plastics bags, stored in cold and transported to the microbiological laboratory of National Advanced School of Agro process Industries (ENSAI), Ngaoundéré, Cameroon, for biochemical and microbiological analyses.

2.2. Analytical methods

Total cyanide measurement

Total cyanide (cyanohydrins and glucoside) cyanide was screened on 20g of crushed samples homogenised in 50ml of 0.1M HCl. This preparation is adjusted to pH 6.8 with 2M NaOH and centrifuged at 500g for 3mins. The supernatant is then used for analysis following the titration method of Sylvestre and Arreaudeau [6].

Total protein measurement

This measurement was carried out following the Kjedhal modified mineralisation method of Hantzsch [7].

2.3 Microbiological analyses

The total aerobic mesophile flora, coliforms (enterobacteria), *Staphylococcus aureus*, *Clostridium spp* and the fungi flora where scrutinised. Culture medium was as describe by Buttiaux, Beerens and Taquet [8].

3 RESULTS AND DISCUSSION

Total residual cyanide: Fig.1 shows the average total residual cyanide content in derivatives. The highest (114.16±16 ppm) was found in gari and the lowest (63.1±15 ppm) in fermented cassava paste (Bobolo). We also noticed a high total residual cyanide content in gari, with a varying content of 74±7 ppm (gari from Foumban) to 169±19 ppm (gari from Mundemba) (Table 1). Cassava chips had higher residual rates with 59±8ppm (sample from Nkongsamba) to 102±13 ppm (sample from Bertoua) to fermented cassava paste with values of 26±10 (sample from Mbalmayo) to 110 ± 25 ppm (sample from Bafoussam). It is important to note that these rates are significant as they are above the human acceptable limits of <50 ppm [9].

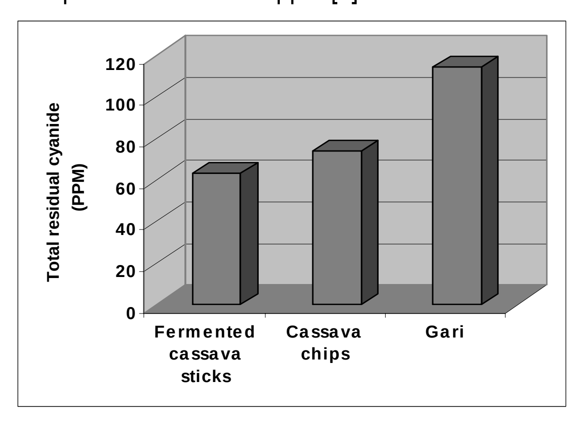


Fig.1 : Average total residual cyanide in some cassava derivatives.

NB: “Cassava sticks”= “Cassava paste”

This high cyanogens rated can be link to prevalence of some neurological illnesses (ataxic neuropathy, cretinism, xerophthalmia) noticed in these regions [3]. This high cyanide compounds in cassava derivatives can be link to; the type of fermentation, use of short-cut techniques [2]. Dry fermentation does not allowed appropriate contact

of linamarase and glycoside [10]. In case of retting, water increases this process in a humid fermentation where the roots are completely submerged in water [11], as in the process production of cassava chips and fermented cassava roots (Bobolo) [12]. The shortening of fermentation time also known as short-cut technique is harmful and is due to the increasing demand of these products on the local market [1].

Total residual protein: Residual proteins in derivatives are low irrespective of the product or region where it comes from. The lowest (0.5 ± 0.1%) and highest (3.84 ± 0.3%) were observed in gari from Garoua Mboulai (East Province of Cameroon) and Bafoussam (West Province of Cameroon) respectively. Averages of total protein in the products are shown in fig.2 with the lowest (1.79%) observed in cassava chips and the highest (2.25%) in gari. In general, cassava and its derivatives had low protein content. The high protein content noticed in gari could be attributed to dry fermentation method use for gari production. As the dry fermentation allow the proliferation of yeast and moulds whose cells are excellent protein sources (SCP).

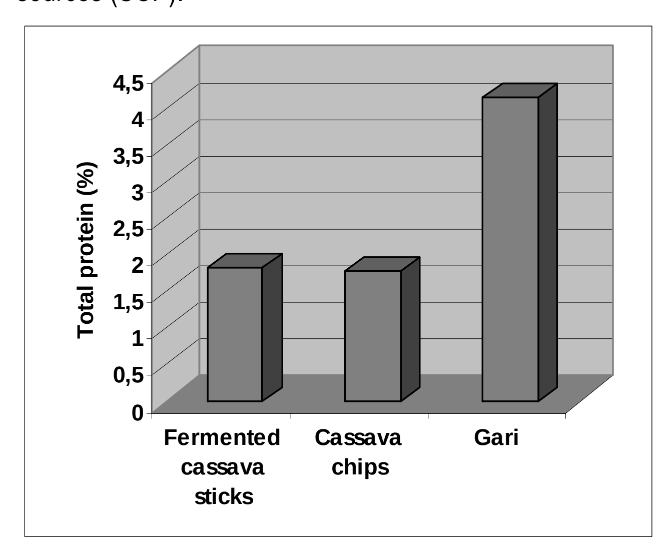


Fig.2: Average total protein in some cassava derivatives

NB: “Cassava sticks”= “Cassava paste”

The low protein content noticed globally in the derivatives can be linked to leaching, by washing and proteins losses by roasting. In addition, studies on these factors which could influence the quality of cassava derivatives have shown that the duration of drying has a significant effect on the crude protein as well as the ecological area were the root is harvest [13].

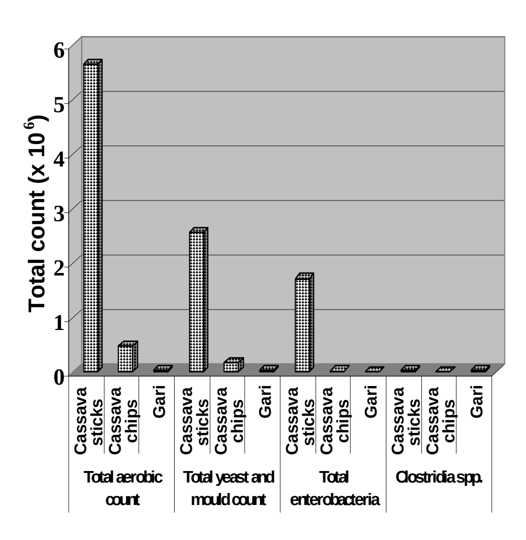


Fig. 3: Average total microbial count in some cassava derivatives

Microbial profile: There was a predominant fungal flora in all samples, irrespective of product or region (Fig. 3). Fermented cassava paste samples from Bertoua (East Province) were the most contaminated with a total flora of aerobic mesophiles of 96 x 10^5cfu/g, and gari from Douala (Littoral Province) being the least contaminated with this group of microorganisms (14 x 10cfu/g). Fig.3 shows average contamination of derivatives, fermented cassava paste is the most contaminated for each class of Microorganisms, followed by chips and then gari. Previous reports have also shown the presence of toxigenic moulds especially of the genus *Aspergillus* [14].

The low presence of pathogenic bacteria in derivatives could be explained by the presence of an important concentration of lactate in these products and the acidity of the medium, which is linked to the presence of organic acids (acetic and lactic) and ethanol liberated during fermentation by natural microflora [15].

The presence of enterobacteria and coliforms in derivatives notably in “bobolo” indicates that post retting processes or handling of the products re-contaminate these derivatives. Gari, on the contrary was less contaminated. The humid medium in humid fermentation could explain the high level of contamination of fermented cassava roots.

Table 1: Total residual cyanide (ppm) and proteins (%) in cassava derivatives according to their origin n = 4

Origin	Fermented cassava paste		Cassava chips		Gari	
	Cyanid (ppm)	Protein (%)	Cyanid (ppm)	Protein (%)	Cyanid (ppm)	Protein (%)
Meiganga	76±26	1.6±0.6	64±16	0.95±0.6	-	-
Ngoundéré	69±23	2.3±0.5	74±11	1.26±0.3	-	-
Tibati	53±10	1.7±0.6	60±10	1.19±0.5	-	-
Ngaoundal	95±22	3.4±0.7	70±12	0.84±0.5	-	-
Banyo	43±14	1.18±0.7	68±08	0.95±0.2	-	-
Garoua-Mbolaï	78±16	1.3±0.8	72±09	1.29±0.6	77±12	0.5±0.1
Batouri	68±13	2±0.8	89±12	1.06±0.7	89±17	1.2±0.7
Bertoua	96±09	2.15±0.9	102±13	0.65±0.2	-	-
Belabo	95±15	3.15±0.7	93±16	1,12±0.4	-	-
Betaré-Oya	53±18	1.52±0.7	78±08	1.23±0.3	-	-
Yaoundé	43±16	1.26±0.6	68±11	0.73±0.3	-	-
Obala	35±12	1.45±0.4	71±08	0.89±0.5	79±09	1.90±0.4
Mbalmayo	26±10	1.98±0.5	74±11	0.84±0.6	-	-
Ambam	76±16	1.91±0.3	72±14	1.18±0.7	-	-
Ebolowa	49±14	2.1±0.3	66±22	1.06±0.1	-	-
Douala	36±11	1.33±0.3	68±10	0.70±0.1	140±17	2.54±0.9
Nkongsamba	29±10	1.22±0.4	59±08	0.95±0.5	-	-
Muyuka	-	-	-	-	167±14	3.79±0.2
Mamfe	-	-	-	-	136±10	2.20±0.6
Mundemba	-	-	-	-	169±09	2.35±0.5
Bamenda	-	-	-	-	136±12	1.26±0.5
Mbengwi	-	-	-	-	125±09	3.25±0.8
Bafoussam	110±18	2.4±0.9	76±19	1,12±0.1	82±15	3.84±0.3
Foumbot	76±13	1.18±0.7	89±15	1.01±0.4	96±09	2.30±0.5
Foumban	56±07	1.25±0.5	64±09	0.84±0.1	74±07	2.02±0.1

4 CONCLUSIONS

Most cassava derivatives sold in our local markets still contain high levels of residual glucosides, low levels of total protein and the hygienic quality is poor and non-acceptable. We therefore suggest an amelioration of the post retting and handling processes and improvement of the traditional technologies of these production processes.

REFERENCES

[1] Coon, E. E (1969). Cyanogenic glucosides. *Journal of Agriculture,*17, 519-526

[2] Mlingi N. V, Assey V. D., Swai A. B. M., McLarty D. G., Karlen H., Rosling H. (1993). Determinants of cyanide exposure from cassava in a konzo-affected population in northern Tanzania *International-Journal-of-Food-Sciences-and-Nutrition*; 44(2), 137-144

[3] Esser, A.J.A., Alsen, P., and Rosling, H.(1992). Insufficient processing of cassava, induced acute intoxications and the paralytic disease konzo in rural areas of Mozambique. *Ecology of Food and Nutrition*, 27(1) 17-27.

[4] Oyewole, O.B. (1995). The application of biotechnology to cassava processing in Africa. In E.Agbor, A.Brauman, D.Griffon, S.Trèche *Transformation Alimentaire du Manioc* (pp 277-286) ORSTM. Paris

[5] Ambe, J.T. and Foaguegue, A. (1988). The place of cassava in Cameroon. In Collaborative Study of Cassava in Africa. Working Paper n°3, IITA, Ibadan, Nigeria, 4-10th September 1988:1-6

[6] Sylvestre and Arreaudeau (1983).

[7] Devani, M. B, Shishoo, Shah S. A. and Suhagia B. N. (1989). Spectrophotometric for the microdetermination of nitrogen in Kjedahl digest. *Journaal of the Association of Official Analatic Chemistry*, 72(6), 953-956.

[8] Buttiaux, R., Beerens H. and Taquet A. (1974) Manuel de techniques bactériologiques, 4ème éd. Flamarion, Paris, 700p

[9] Brauman, A., Trèche, S., Legros, O. (1992). Amélioration de la qualité des aliments fermentés à base de manioc. Opération Congo. Rapport de fin d'études dans le cadre du programme CEE-STD2 (Contrat n° TS2A-O226), 54 p.

[10] Mpong O. E., Yan H., Chism G. et Sayre R. T. (1990). Purification, characterization and localisation of linamarase in cassava. *Plant Physiology* 93,176-181

[11] Ayernor, G. S. (1985). Effects of the retting of cassava on product yield and cyanide detoxicfication. *Journal of Food Technology*, 20, 89-96.

[12] Agbor Egbe, T., Lape, M. I., Noubi, L, Trèche, S. (1995). The effectiveness of cyanogen reduction during cassava processing into miondo. In E. Agbor, A. Brauman, D.Griffon, S.Trèche. *Transformation Alimentaire du Manioc.*(pp 306-318) ORSTOM. Paris

[13] Trèche S., Legros O., Tchibindat F. (1995). Vitafort : un atelier pilote de fabrication farine de sevrage à base de manioc au Congo In E.Agbor, A.Brauman, D.Griffon, S.Trèche *Transformation*

Alimentaire du Manioc (pp 667-682) ORSTM. Paris
[14] Ngaba P. R. et Lee J. S. (1979). Fermentation of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) *Journal of Food Science*, 44, 1570-1571
[15] Brauman, A., Kéléké, S., Mavoungou, O., Ampe, F. and Miambi E. (1995). Kinetic studies of cassava retting in Central Africa (Congo). In E.Agbor, A. Brauman, D. Griffon, S. Trèche *Transformation Alimentaire du Manioc.* (pp 287-305) ORSTOM. Paris.

Qualité nutritive, toxicologique et hygiénique de certains produits dérivés du manioc consommés au Cameroun

Roger DJOULDE DARMAN [1,3*], **Jean-Justin ESSIA NGANG** [2], **François-xavier ETOA**[2]

[1]. Institute of Agricultural Research for Development (IRAD) Nkolbisson, P.O. Box 33 Maroua, Far North Province, Cameroon. Tel: +237 986 17 64 E-mail: djoulde@gmail.com
[2]. Department of Biochemistry, University of Yaounde I.
[3]. Department of Nutrition and Food Sciences, University of Ngaoundéré.
* Auteur à qui toutes les correspondances sont adressées.

Des produits à base de manioc (des cossettes de manioc, du gari et de la pâte de racines de manioc fermentée) ont été achetés sur les marchés locaux au Cameroun, puis analysés dans l'optique de déterminer la teneur en protéines et en composes cyanes et la qualité microbiologique. Les résultats ont révélé un taux élevé de cyanure dans le gari (114,16±25 ppm), dans les cossettes de manioc (73,85±11 ppm) et une faible teneur en composés cyanés dans la pâte de racines de manioc fermentée, le "bobolo" (63,1±5 ppm). La teneur totale moyenne en protéines était faible (2,9±0.5 % dans les cossettes de manioc, 1,9±0.3 % dans les bâtons de manioc fermentés et 4,13±0,4 % dans le gari). L'analyse microbiologique a révélé un taux élevé de moisissures dans le gari et dans les cossettes de manioc et des microorganismes aérobies mésophiles (5,6 106cfu/g de poids à sec) dans la pâte de racines de manioc fermentée (Bobolo). La présente étude propose l'amélioration des procédés de production et des techniques utilisées après recolte pour la production du bobolo et d'autres produits traditionnels camerounais dérivés du manioc dans l'espoir d'améliorer la qualité toxicologique, nutritive et hygiénique de ces produits.

Mots clefs : manioc, micro-organismes, protéines, composés cyanurés, gari.

1 INTRODUCTION

L'intoxication dues aux composes cyanes résiduelles dans les dérivés du manioc se manifeste surtout à la suite de l'ingestion de racines fraîches des variétés amères du manioc [1]. D'ordinaire, ces manifestations sont chroniques. En outre, elles sont souvent liées à l'ingestion de produits dérivés du manioc mal détoxiqués contenant des composes cyanoges [2]. L'accumulation des composés cyanés dans le corps humain peut conduire au goitre, au crétinisme, a la neuropathie ataxique [3]. Les technologies disponibles pour la préparation des différents produits dérivés du manioc demandent beaucoup de travail et absorbent du temps [4]. La plupart des procédés ne sont pas normalisés et se font surtout manuellement. Cela ne garantit pas la qualité nutritionnelle et hygiénique des produits derives fini. La présente étude vise à apporter une contribution à l'étude toxicologique et microbiologique de certains produits dérivés du manioc consommés au Cameroun [5].

2 MATERIELS ET METHODES

2.1. Produits dérivés étudiés et échantillonnage

Les produits dérivés qui ont fait l'objet de l'étude étaient principalement : le gari (pâte de manioc introduite dans des sacs, pressée et fermentée pendant 2 jours, puis torréfiée avec ou sans une petite quantité d'huile de palme) ; des cossettes de manioc (racines de manioc découpées en cubes, fermentées, séchées au soleil et réduites en farine) et de la pâte de manioc fermentée désignée localement sous le nom de "Bâtons de manioc" (les racines de manioc sont immergées dans de l'eau, fermentées, écrasées, moulées sous forme de pâte, emballées dans des feuilles, puis cuites a la vapeur). L'échantillonnage a été effectué sur 25 marchés locaux, dans sept des dix provinces du Cameroun. Les échantillons ont été prélevés quatre fois, ce qui donne au total 60 échantillons de pâte de manioc fermentée et de cossettes et 22 échantillons de gari (parce que le gari n'est pas produit sur tout le territoire Camerounais). Des échantillons de 250 g ont été prélevés, scellés dans des sacs en plastique, conservés au frais, puis transportés au laboratoire de microbiologie de l'Ecole Nationale des Sciences Agroindustrielles (ENSAI), de l'Université de Ngaoundéré au Cameroun, pour des analyses biochimiques et microbiologiques.

2.2. Méthodes analytiques

Determination des cyanures totaux

Les cyanures totaux (acide cyanhydrique et glucosides) a été déterminée sur 20g d'échantillons écrasés homogénéisés dans 50ml de 0,1M d'HCl. à la solution est ramenee a un pH de 6,8 a l'aide de NaOH 2M et centrifugée à 500g pendant 3 mn. Le liquide surnageant est ensuite utilisé pour l'analyse selon la méthode de titrage de Sylvestre et Arreaudeau [6].

Détermination des protéines totales

La determination a été effectuée selon la méthode de minéralisation de Kjedhal tel que modifiée par Hantzsch [7].

2.3 Analyses microbiologiques

La flore aérobie mésophile, les coliformes totaux (entérobactéries), les *Staphylococcus aureus*, les *Clostridium spp* et la mycoflore ont été examinés. Les milieux de culture ont etes choisis et preparees comme descrit par Buttiaux, Beerens et Taquet [8].

3 RESULTATS ET DISCUSSION

Cyanures résiduels totaux : La Fig.1 indique la teneur moyenne en cyanures résiduels totaux dans les produits dérivés. Le taux le plus élevé (114,16±16 ppm) a été relevé dans le gari et le plus bas (63,1±15 ppm) dans la pâte de manioc fermentée (Bobolo). On a également relevé un taux élevé de cyanures résiduels totaux du gari, avec une teneur variant de 74±7 ppm (le gari provenant de Foumban) à 169±19 ppm (le gari provenant de Mundemba) (Tableau 1). Les cossettes de manioc présentaient les taux résiduels les plus élevés avec 59±8ppm (échantillon provenant de Nkongsamba) à 102±13 ppm (échantillon provenant de Bertoua) par rapport à la pâte de manioc fermentée qui variait de de 26±10 (échantillon provenant de Mbalmayo) à 110 ± 25 ppm (échantillon provenant de Bafoussam). Il est important de noter que ces taux sont significatifs dans la mesure où ils sont largement au-dessus des limites humaines acceptables de <50 ppm [9].

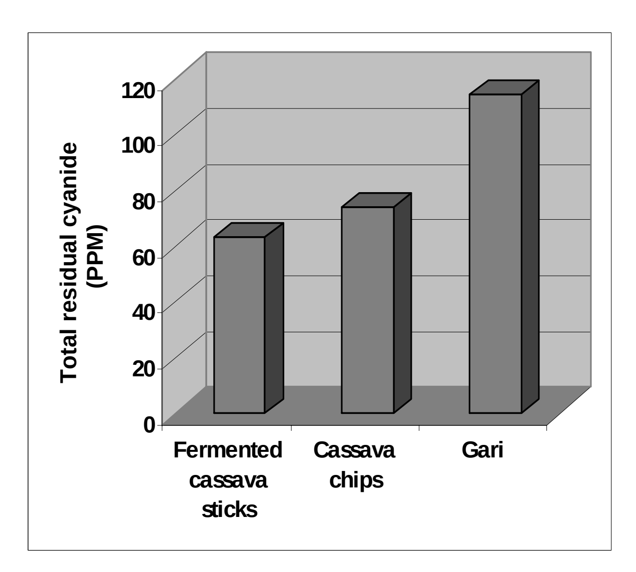


Fig.1 : Moyenne du cyanure résiduel total présent dans certains produits dérivés du manioc.

Nota Bene : “Bâtons de manioc”= “Pâte de manioc”

Ce taux élevé de composés cyanés peut être lié à la prévalence de certaines maladies neuroloques (la neuropathie ataxique, le crétinisme, la xérophtalmie) observées dans ces régions [3]. Ce taux élevé de composés cyanurés présents dans les produits dérivés du manioc peut être dû au type de fermentation, à l'utilisation de techniques abrégées [2]. La fermentation seche ne permet pas le contact adéquat de la linamarase et du glycoside [10]. Dans le cas du rouissage, l'eau accelere ce processus lorsque les racines sont entièrement immergées dans de l'eau [11], comme dans le procedes de production de cossettes de manioc et de racines de manioc fermentées (Bobolo) [12]. La réduction du temps de fermentation, également désignée sous le nom de « short cut » , est nuisible et résulte de la demande croissante de ces produits sur le marché local [1].

Protéines résiduelles totales : Les taux de protéines résiduelles présentes dans les produits dérivés sont faibles indépendamment du produit ou de la région d'où il provient. Le taux le plus bas (0,5 ± 0,1%) et le plus élevé (3,84 ± 0,3%) ont été observés dans le gari provenant de Garoua Mboulai (Province orientale du Cameroun) et de Bafoussam (Province occidentale du Cameroun) respectivement. Les moyennes de protéines totales présentes dans les produits sont indiquées dans la Fig.2 avec le taux le plus bas (1,79%) observé dans les cossettes de manioc et les plus élevés (2,25%) dans le gari. De façon générale, le manioc et ses produits dérivés ont une faible teneur en protéines. La teneur élevée en protéines constatée dans le gari pourrait être attribuée à la méthode de fermentation seche utilisée dans la production du gari. Dans la mesure où la fermentation seche permet la prolifération des levures et des moisissures dont les cellules constituent des sources parfaites de protéines (protéines d'organismes unicellulaires, POU).

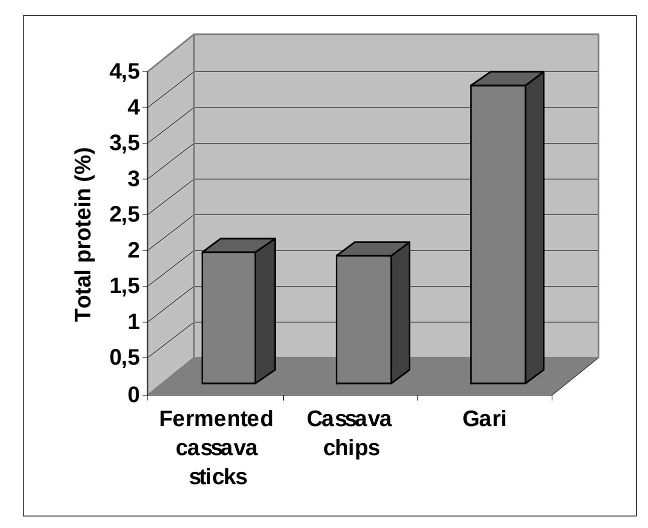


Fig.2 : Moyenne de protéines totales présentes dans certains produits dérivés du manioc

Nota Bene : “Bâtons de manioc”= “Pâte de manioc”

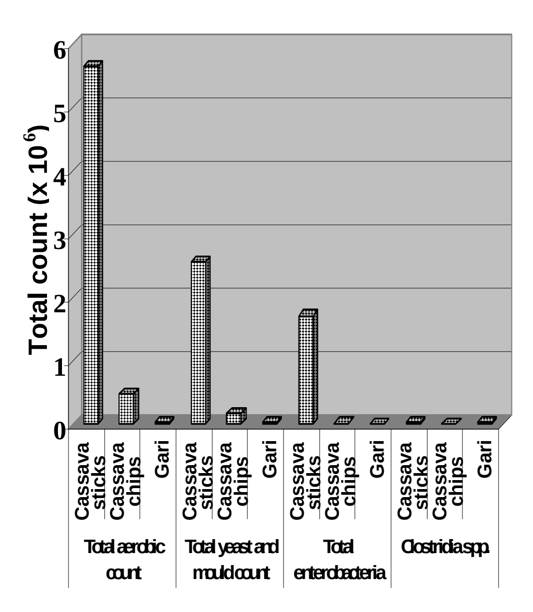


Fig. 3 : Moyenne du dénombrement cellulaire total dans certains produits dérivés du manioc

Tableau 1: Présence de cyanure résiduel total (ppm) et de protéines (%) dans les produits dérivés du manioc selon leur origine (n=4)

Origine	Pâte de manioc fermentée		Cossettes de manioc		Gari	
	Cyanure (ppm)	Protéine (%)	Cyanure (ppm)	Protéine (%)	Cyanure (ppm)	Protéine (%)
Meiganga	76±26	1,6±0,6	64±16	0,95±0,6	-	-
Ngoundéré	69±23	2,3±0,5	74±11	1,26±0.3	-	-
Tibati	53±10	1,7±0,6	60±10	1,19±0,5	-	-
Ngaoundal	95±22	3,4±0,7	70±12	0,84±0,5	-	-
Banyo	43±14	1,18±0,7	68±08	0,95±0,2	-	-
Garoua Mbolaï	-78±16	1,3±0,8	72±09	1,29±0,6	77±12	0,5±0,1
Batouri	68±13	2±0,8	89±12	1,06±0,7	89±17	1,2±0,7
Bertoua	96±09	2,15±0,9	102±13	0.65±0.2	-	-
Belabo	95±15	3,15±0,7	93±16	1,12±0,4	-	-
Betaré-Oya	53±18	1,52±0,7	78±08	1,23±0,3	-	-
Yaoundé	43±16	1,26±0,6	68±11	0,73±0,3	-	-
Obala	35±12	1,45±0,4	71±08	0,89±0,5	79±09	1,90±0,4
Mbalmayo	26±10	1,98±0,5	74±11	0,84±0,6	-	-
Ambam	76±16	1,91±0,3	72±14	1,18±0,7	-	-
Ebolowa	49±14	2,1±0,3	66±22	1,06±0,1	-	-
Douala	36±11	1,33±0,3	68±10	0,70±0,1	140±17	2,54±0,9
Nkongsamba	29±10	1,22±0,4	59±08	0,95±0,5	-	-
Muyuka	-	-	-	-	167±14	3,79±0,2
Mamfe	-	-	-	-	136±10	2,20±0,6
Mundemba	-	-	-	-	169±09	2,35±0,5
Bamenda	-	-	-	-	136±12	1,26±0,5
Mbengwi	-	-	-	-	125±09	3,25±0,8
Bafoussam	110±18	2,4±0,9	76±19	1,12±0,1	82±15	3,84±0,3
Foumbot	76±13	1,18±0,7	89±15	1,01±0,4	96±09	2,30±0,5
Foumban	56±07	1,25±0,5	64±09	0,84±0,1	74±07	2,02±0,1

La faible teneur en protéines constatée globalement dans les produits dérivés peut être liée à la séparation par dissolution au lavage et les pertes de protéines à la torréfaction. En outre, les études menées sur ces facteurs qui pourraient influer sur la qualité des produits dérivés du manioc ont montré que la durée de séchage a un effet significatif sur les protéines totales, ainsi que l'écorégion où la racine est récoltée [13].

Profil microbien : On note la présence d'une flore fongique prédominante dans tous les échantillons, indépendamment du produit ou de la région. (Fig. 3). Les échantillons de pâte de manioc fermentée provenant de Bertoua (la Province orientale) étaient les plus contaminés par une flore aérobie mésophile totale de 96 x 10 ^{5} cfu/g et le gari de Douala (la Province du Littoral) étant le moins contaminé par ce groupe de micro-organismes (14 x 10cfu/g). La Fig.3 indique la moyenne de la contamination des produits dérivés, la pâte de manioc fermentée est la plus contaminée pour chaque classe de micro-organismes, suivie des cossettes et ensuite du gari. Des rapports précédents ont également démontrés la présence de moisissures toxinogènes, surtout du genre *Aspergillus* [14].

On pourrait expliquer la faible présence de bactéries pathogènes dans les produits dérivés par la présence d'une concentration importante de lactate dans ces produits et par l'acidité du milieu, qui est liée à la présence d'acides organiques (acétique et lactique) et par l'éthanol libéré pendant la fermentation par la flore microbienne naturelle [15].

La présence d'entérobactéries et d'organismes coliformes dans les produits dérivés, notamment dans le "bobolo", indique que les procédés de fermentation ou la manipulation des produits contaminent de nouveau ces produits dérivés. Le gari, en revanche était moins contaminé. Le milieu humide dans la fermentation humide pourrait expliquer le taux élevé de contamination des racines de manioc fermentées.

4 CONCLUSIONS

La plupart des produits dérivés du manioc vendus sur les marchés locaux contiennent encore des taux élevés de glucosides résiduels, de faibles taux de protéines totales. En outre, la qualité hygiénique est mauvaise et inacceptable. Nous suggérons par conséquent une amélioration de la transformation après rouissage et des procédés de manipulation et l'amélioration des technologies traditionnelles utilisées dans ces procédés de production.

REFERENCES

[1] Coon, E. E (1969). Cyanogenic glucosides. *Journal of Agriculture,*17, 519-526

[2] Mlingi N. V, Assey V. D., Swai A. B. M., McLarty D. G., Karlen H., Rosling H. (1993). Determinants of cyanide exposure from cassava in a konzo-affected population in northern Tanzania *International-Journal-of-Food-Sciences-and-Nutrition*; 44(2), 137-144

[3] Esser, A.J.A., Alsen, P., and Rosling, H.(1992). Insufficient processing of cassava, induced acute intoxications and the paralytic disease konzo in rural areas of Mozambique. *Ecology of Food and Nutrition*, 27(1) 17-27.

[4] Oyewole, O.B. (1995). The application of biotechnology to cassava processing in Africa. In E.Agbor, A.Brauman, D.Griffon, S.Trèche *Transformation Alimentaire du Manioc* (pp 277-286) ORSTM. Paris

[5] Ambe, J.T. and Foaguegue, A. (1988). The place of cassava in Cameroon. In Collaborative Study of Cassava in Africa. Working Paper n°3, IITA, Ibadan, Nigeria, 4-10th September 1988:1-6

[6] Sylvestre and Arreaudeau (1983).

[7] Devani, M. B, Shishoo, Shah S. A. and Suhagia B. N. (1989). Spectrophotometric for the microdetermination of nitrogen in Kjedahl digest. *Journaal of the Association of Official Analatic Chemistry*, 72(6), 953-956.

[8] Buttiaux, R., Beerens H. and Taquet A. (1974) Manuel de techniques bactériologiques, 4ème éd. Flamarion, Paris, 700p

[9] Brauman, A., Trèche, S., Legros, O. (1992). Amélioration de la qualité des aliments fermentés à base de manioc. Opération Congo. Rapport de fin d'études dans le cadre du programme CEE-STD2 (Contrat n° TS2A-O226), 54 p.

[10] Mpong O. E., Yan H., Chism G. et Sayre R. T. (1990). Purification, characterization and localisation of linamarase in cassava. *Plant Physiology* 93,176-181

[11] Ayernor, G. S. (1985). Effects of the retting of cassava on product yield and cyanide detoxicfication. *Journal of Food Technology*, 20, 89-96.

[12] Agbor Egbe, T., Lape, M. I., Noubi, L, Trèche, S. (1995). The effectiveness of cyanogen reduction during cassava processing into miondo. In E. Agbor, A. Brauman, D.Griffon, S.Trèche. *Transformation Alimentaire du Manioc.*(pp 306-318) ORSTOM. Paris

[13] Trèche S., Legros O., Tchibindat F. (1995). Vitafort : un atelier pilote de fabrication farine de sevrage à base de manioc au Congo In E.Agbor, A.Brauman, D.Griffon, S.Trèche *Transformation Alimentaire du Manioc* (pp 667-682) ORSTM. Paris

[14] Ngaba P. R. et Lee J. S. (1979). Fermentation of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) *Journal of Food Science*, 44, 1570-1571

[15] Brauman, A., Kéléké, S., Mavoungou, O., Ampe, F. and Miambi E. (1995). Kinetic studies of cassava retting in Central Africa (Congo). In E.Agbor, A. Brauman, D. Griffon, S. Trèche *Transformation Alimentaire du Manioc.* (pp 287-305) ORSTOM. Paris.

Evaluation of cassava rural processing techniques for hydrogen cyanide reduction

Nancy SAKALA[1], Doreen HIKEEZI[1], John SHINDANO[1], Kasase CHITUNDU[1], Drinah NYIRENDA[1], Maureen CHITUNDU[2],

[1]University of Zambia - Department of Food Science and Technology,
Box 32379, Lusaka, Zambia

[2]Programme Against Malnutrition, Box 30599 Lusaka Zambia

Cassava (*Manihot esculanta Crantz*) is the second most important staple food crop in Zambia after maize consumed by 30 % of the population. Due to recurrent droughts and government policy on crop diversification, cassava production has steadily spread to drought prone and non traditional growing areas leading to an increase in production of over one million Mt/annum. In both traditional and "new" cassava growing areas, cassava processing methods employed and promoted by government and NGOs should be effective to avoid the risk of hydrogen cyanide exposure. To provide information on the quality of cassava products regarding cyanogenic glucosides and the extent to which they are reduced during processing, the Programme Against Malnutrition in collaboration with the University of Zambia conducted a study. The aim was to assess the effectiveness of rural processing techniques in reducing cyanogenic glucosides and to determine the cyanogenic content and the extent of glucoside reduction during processing of 4 cassava varieties. A trained sensory panel was used to assess the overall acceptability of raw cassava and cassava flour prepared from the 4 varieties. The results showed that cyanogenic glucoside reduction is greatly influenced by variety but both traditional and improved methods reduce hydrogen cyanide to safe levels for human consumption. Processed products from all the 4 varieties were accepted by panellists with a higher preference for fermented products. ..

Keywords: cassava, processing, hydrogen cyanide, safety, sensory evaluation, acceptability, market

1 INTRODUCTION

Cassava is an important food security crop in Zambia which is traditionally grown in the high rainfall (above 1 000 mm/annum) areas of Luapula, Northern, North-Western and selected parts of the Copperbelt and Western provinces [1,2,3]. Ninety six % of cassava growing households process cassava into dried chips and flour for the preparation of the staple food - nshima [1,3,4,5,6] which is eaten together with a relish of vegetables, legume or animal product.

Many varieties classified as “sweet” or “bitter” [1,5,6,7,8] by farmers are grown and are processed using the soaking, fermentation or direct sun drying methods. Concerns on the safety of consuming cassava and it’s products especially in the non traditional growing and drought prone areas have been raised. This in part is due to lack of data on how efficiently cyanogenic glucosides could be reduced during processing and largely because classification based on taste can be misleading; some sweet varieties contain as high as 15mg HCN/100g fresh weight [9]. Consumption of high cyanide cassava with an understanding based on taste can cause poisoning if appropriate processing is not employed.

Both traditional and improved processing methods i.e. using chippers and graters are promoted in Zambia. These methods were evaluated in this study to determine the extent to which hydrogen cyanide is removed during processing and to determine the most efficient method. The results were intended to strengthen training and information dissemination and result in consumer confidence in the quality of products available on the market.

2 MATERIALS AND METHODS

2 1 Materials

Twenty kg fresh cassava of each of the 4 varieties i.e. kapumba, manyokola (local from Malawi), chila and bangweulu was harvested from farmer fields and processed the same day at the Department of Food Science and Technology of the university of Zambia. Each variety was randomly divided into 5 portions and to each portion, a different treatment was applied replicated two times. The five treatments applied were:

Trt 1: peel, soak, mash, dry

Trt 2: peel, soak, dry (whole root)

Trt 3: peel, grate (using grater), dewater, dry

Trt 4: peel, chip (using chipper), dry

Trt 5: peel, grate, dewater, ferment, roast (gari)

2 2 Methods

All samples were peeled; soaking was done at room temperature (23^{0}C) until the roots became soft. The fermented roots were washed and oven dried at 30^{0}C. A manual grater made of a wooden drum and 8 lines of nails each 10 mm high and 1 mm apart was used to grate the roots. In Trt 3 the mash was oven dried at 30^{0}C while in Trt 5 the mash was fermented for 24 hrs and 72 hrs before roasting. An electric cooker was used to roast gari at temperatures between 250^{0}C – 280^{0}C.

Chips were processed using a manual chipper with 6 mm diameter perforations with a space of 15 mm between perforations. The resultant chips were oven dried at 30^{0}C.

Hydrogen cyanide level (HCN) was measured at every stage of processing. The pH and tritatable acidity were measured at soaking stage. Lactic acid bacteria were isolated at the beginning and end of soaking in Trt 1 while in Trt 2 bacteria was isolated at the beginning and throughout the soaking period. The moisture level was analysed during the drying and roasting stages.

Hydrogen cyanide was determined by titration of cyanide with $AgNO_3$ (AOAC, 1984) [8,9] and calculated using the following expression:

1ml 0.02N $AgNO_3$ = 1.08mg HCN

Titratable acidity was determined using the Pearson’s Chemical Analysis of Foods and was expressed as Titratable acidity % = No. of mls NaOH x 0.090 lactic acid conversion factor.

3 RESULTS AND DISCUSSION

Chila had the highest initial HCN concentration while manyokola had the least (Table 1). The HCN concentration was significantly different (at 95% confidence interval) in the 4 varieties and the chemical results correlated with the level of bitterness as indicated by panelists.

Table 1: Initial HCN concentration (mg/kg) of the 4 varieties.

	Variety			
	Kap	Man	Chila	Bang
Mean	85.71	42.39	117.21	91.25
Stdev	4.45	1.68	1.49	0.97
% St dev	5.24	3.97	1.27	1.06

Key: Kap – kapumba, man – manyokola, Bang – bangweulu.

Results of the sensory evaluation for raw fresh roots showed chila was disliked by 81.25 % of the panelists due to bitterness, 12.50 % for kapumba while none disliked manyokola and bangweulu. Manyokola was the most liked sample for all attributes i.e. colour, flavour, hardness, chewy, juicy, fibrous, bitterness and texture (Table2) and is described as a sweet variety by farmers.

Table 2: Sample most liked by Panelists – Fresh root

Variety	Panelists (%)
Kapumba	18.75
Manyokola	50.00
Chila	0.00
Bangweulu	31.25

After processing, both traditional and improved methods were found to be effective in reducing HCN to safe levels of 10mg/kg as recommended by FAO/WHO(9,10). However, the level of reduction was found to be dependent on the variety and method used.

Soaking was found to be the most efficient method. For manyokola and chila, soaking alone was enough to reduce HCN to safe levels. If soaking alone was to be employed to reduce HCN, it would take 5,7,10 and 12 days for manyokola, bangweulu, chila and kapumba respectively to reduce HCN to below 10mg/kg (Table 3).

Table 3: Equations of Lines for Soaking in Trt 1.

Variety	Slope	Intercept	X (If y=1)	r^2
Chila	-0.1162	18.9	10	0.9637
Kap	-0.0823	24.1	12	0.9589
Bang	-0.1474	14.1	7	0.9884
Man	-0.1477	11.6	5	0.9362

When roots are soft and less fibrous, the rate of HCN loss is higher as observed with manyokola which accelerated microbial softening of the roots during fermentation thus a faster loss of HCN. However, by the 5th and 8th day of soaking, the roots disintegrated and had to be removed from soak water to avoid loss of product quality. Drying of 1 to 4 days reduced HCN to safe levels in bangweulu and kapumba respectively. There was no significant difference in soaking and drying time between treatments 1 and 2.

Grating and dewatering led to 66.9 % HCN reduction in manyokola and required further drying or fermentation to reduce the level to 10mg/kg and below. The rate of reduction was higher in kapumba, followed by chila, bangweulu and manyokola. Roasting after 24 hrs of fermentation led to a complete HCN removal in manyokola; bangweulu still retained 9.8 mg/kg while Chila and Kapumba had 31 mg/kg. When roasting was done after 72 hrs, there was no HCN detected in all samples.

Chipping equally led to a reduction of HCN in all the four varieties; 50, 51 and 71 % in manyokola, kapumba and chila respectively while bangweulu had a reduction of only 15 %. It took manyokola 3 days of drying and 6 days for Kapumba and Chila and, 7 days for bangweulu to reduce HCN concentration to below 10 mg/kg.

Sensory evaluation for flour revealed a higher liking for fermented products especially because of the flavour and aroma (Table 4). Straight dried cassava flour was equally appreciated by 47% of the panellists. The grates and chips were preferred for their colour and particle size.

Table 4: Overall percent (%) liking of flour by Panellists for flavour for selected treatments

	Kap	Man	Chila	Bang
Soak, mash, dry				
Liking	81.25	18.75	31.25	68.75
Chip and dry				
Liking	50.00	43.75	37.50	31.25
Grate and roast				
Liking	37.50	18.75	37.50	12.50
Grate and dry				
Liking	37.50	37.50	25.00	31.25

CONCLUSION

This study shows that both traditional and improved methods of processing can significantly reduce the cyanogenic content of cassava of even

potentially toxic varieties to safe levels (5,7,9,11). Soaking was the most efficient method. Cassava should be soaked for not more than 4 – 6 days depending on the variety to avoid root disintegration and loss of product quality.

Which ever method is used by farmers, short cuts should be avoided due to differences in the rate of HCN reduction at each stage of processing and depending on the variety. Other factors such as temperature influence the rate of HCN reduction (1,5,7,9,11). Effective size reduction or cell disruption followed by heating or sun drying results in the highest removal of cyanogens.

Soaked cassava products were preferred especially for their flavour and aroma and products from all varieties were accepted for lack of bitterness which shows that increased processing can be used to make available acceptable cassava and cassava based products for food security and income generation (12,13).

REFERENCES

1. Luhila M. F. 2000): Household Cassava Processing in Zambia – Programme Against Malnutrition; Lusaka Zambia.
2. MACO (2004): National Agricultural Policy 2004 – 2015 - Ministry of Agriculture and Cooperatives; Republic of Zambia.
3. Haggblade S. and Nyembe M. (2007): Zambian Cassava Markets – Food Security Research Project, Paper prepared for the Acceleration of Cassava Utilization Task Force Meeting – Lusaka Zambia.
4. FSP (2005): Food Security Pack Project Annual Report – Programme Against Malnutrition - Lusaka Zambia
5. Chiwona-Karltun (2001): A Reason to be Bitter: Cassava Classification from the Farmer's Perspective – Stockholm, Sweden.
6. van Otterdijk L.M.R (1998): The importance of Cassava and Sweet potato for Household Food Security in Rural Zambia. Food Security and Crop Diversification in SADC Countries: the role of Cassava and Sweet Potato Proceedings of the Scientific Workshop of SARRNET, Lusaka Zambia.
7. Mlingi L.V.N (1995): Cassava Processing and Dietary Cyanide Exposure in Tanzania. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Medicine 571, Sweden
8. Sakala N. *et al* (2004): Evaluation of Rural Processing Techniques of Cassava for the Reduction of Cyanides. Prepared for Programme Against Malnutrition by University of Zambia, Department of Food Science and Technology - Lusaka Zambia
9. Okafor P. N and Eke-Okoro O. Determination of Cyanogenic Potential of Improved Cassava Cultivars and their Food Product from National Root Crops Research Institute, Umudike. Umuahia-Abia State – Nigeria. Roots, Issue 10 Vol. 1.
10. FAO (1989): Utilization of Tropical Foods: Roots and tubers FAO Food and Nutrition paper 47/2, Food and Agriculture Organization, Rome.
11. Bokanga M. *et al* (1994) : International workshop on cassava Safety. International Society for Horticultural Sciences Ibadan, Nigeria.
12. PAM (2006): Annual and End of Project Reports. Programme Against Malnutrition, Lusaka Zambia
13. PAM and ZARI (2007): Promoting Diversified Cassava Utilization in the Food Industry. Paper Presented at the Acceleration of cassava utilization Task Force Review Meeting. Agricultural Consultative Forum, Lusaka – Zambia.

Evaluation des techniques rurales de transformation du manioc visant à réduire l'acide cyanhydrique

Nancy SAKALA[1], Doreen HIKEEZI[1], John SHINDANO[1], Kasase CHITUNDU[1], Drinah NYIRENDA[1], Maureen CHITUNDU[2],

[1]University of Zambia - Department of Food Science and Technology,
Box 32379, Lusaka, Zambia

[2]Programme Against Malnutrition, Box 30599 Lusaka Zambia

Le manioc (*Manihot esculanta* Crantz) est la deuxième plus importante culture vivrière de base en Zambie après le maïs consommé par 30 % de la population. A cause des sècheresses récurrentes et de la politique de l'Etat en matière de diversification des cultures, la production du manioc s'est progressivement étendue à des zones exposées à la sécheresse et où le manioc n'était pas traditionnellement cultivé entraînant une augmentation de la production de plus d'un million de tonnes/an. Tant dans les zones traditionnelles que “nouvelles” de culture de manioc, les méthodes de transformation du manioc promues et utilisées par le gouvernement et les ONG devraient être efficaces afin d'éviter les risques d'exposition à l'acide cyanhydrique. Afin de fournir des informations sur la qualité des produits dérivés du manioc concernant les glucosides cyanogénétiques et à quel point ils sont réduits au cours de la transformation, le « Programme Against Malnutrition » (programme de lutte contre la malnutrition) en collaboration avec l'Université de Zambie a réalisé étude visant à évaluer l'efficacité des techniques rurales de transformation sur la réduction des les glucosides cyanogénétiques de 4 variétés de manioc. Un panel de dégustateurs entraînés a servi à évaluer l'acceptabilité globale du manioc cru et de la farine de manioc préparée à partir des quatre variétés. Les résultats ont indiques que la réduction des glucosides cyanogénétiques est largement influencée par la variété mais les méthodes traditionnelles et améliorées réduisent l'acide cyanhydrique à des degrés qui ne présentent pas de danger pour la consommation humaine. Les produits transformés à partir de toutes les quatre variétés ont été acceptés par les membres du jury avec une préférence pour les produits fermentés...

Mots clés : manioc, transformation, acide cyanhydrique, sécurité, analyse sensorielle, acceptabilité, marché

1 INTRODUCTION

En Zambie, le manioc est une importante spéculation traditionnellement cultivée dans les zones de pluies abondantes (au-dessus de 1 000 mm/an) de Luapula, les régions du nord, du nord-ouest, les régions idéales des provinces occidentales et les régions du Copperbelt [1,2,3]. Quatre-vingt seize pour cent des familles qui cultivent le manioc transforment le manioc en cossettes séchées et en farine destinée à la préparation du « nshima » un aliment de base local [1,3,4,5,6] qui est consommé avec un hors d'œuvre de légumes, de légumineuses ou de la viande.

De nombreuses variétés de manioc classées comme étant “douces” ou “amères” [1,5,6,7,8] sont cultivées et transformées au moyen des méthodes de trempage, de fermentation ou de séchage direct au soleil. Des inquiétudes ont été exprimées par rapport à la sécurité lors de la consommation du manioc et de ses produits dérivés, surtout dans les zones où le manioc n'était pas traditionnellement produit et les zones exposées à la sècheresse. C’est en partie dû au manque de données relatives à la manière dont les glucosides cyanogénétiques pourraient être réduits de façon efficace pendant la transformation et en grade partie parce que la classification basée sur le goût peut être trompeuse ; certaines variétés douces contiennent jusqu'à 15mg d'HCN/100g de poids frais [9]. La consommation du manioc à teneur élevée en cyanure à partir d’une évaluation basée sur le goût peut être cause d'empoisonnement si une transformation appropriée n'est pas appliquée.

la promotion de méthodes de transformation aussi bien traditionnelles qu'améliorées c-à-d au moyen de déchiqueteuses et de râpeuses est faite en Zambie. Ces méthodes ont fait l'objet d'une évaluation dans la présente étude en vue de déterminer a quel degré l'acide cyanhydrique est éliminé au cours de la transformation et pour déterminer la méthode la plus efficace de leur réduction. Les résultats visaient à renforcer la formation et la diffusion d'informations et de mettre en confiance les consommateurs sur la qualité des produits disponibles sur le marché.

3 MATERIELS ET METHODES

2 1 Les matériels

Vingt kilos de manioc frais de chacune des 4 variétés, le kapumba, le manyokola (local provenant du Malawi), le chila et le bangweulu ont été récoltées et transformées le même jour au Département des Sciences et Technologie Alimentaire de l'Université de Zambie. Chaque variété a été divisée au hasard en 5 lots et à chaque lot, un traitement différent a été appliqué pour deux répétitions. Les cinq traitements appliqués etaient :

Trt 1: épluchage, trempage, broyage, séchage

Trt 2: épluchage, trempage, séchage (racine entière)

Trt 3: épluchage, râpage (au moyen d'une râpe), déshydration, séchage

Trt 4: épluchage, decoupage en cossettes (au moyen de déchiqueteur), séchage

Trt 5: épluchage, râpage, déshydratation, fermentation, torréfaction (gari)

2 2 Les méthodes

Tous les échantillons ont été épluchés; le trempage a été fait à température ambiante (23^{0}C) jusqu'à ce que les racines se soient ramollies. Les racines fermentées ont été lavées et séchées au four à 30^{0}C. Une râpe manuelle faite d'une caisse en bois et de 8 rangées de clous chacun long de 10 mm et avec un intervalle de 1 mm a été utilisée pour râper les racines. Dans le Trt 3 la pâte a été séchée au four à 30^{0}C alors que dans le Trt 5 la pâte a été fermentée pendant 24 heures et 72 heures avant torréfaction. Une cuisinière électrique a été utilisée pour rouir le gari à des températures situées entre 250^{0}C et 280^{0}C.

Les cossettes ont été traitées au moyen d'une déchiqueteuse manuelle avec des perforations de 6 mm de diamètre et un espace de 15 mm entre les perforations. Les cossettes obtenues ont été séchées au four à 30^{0}C.

Le taux d'acide cyanhydrique (HCN) fut quantifié au cours de toutes les étapes de la transformation. Le pH et l'acidité titratable ont été mesurés au stade de trempage. Des bactéries lactiques ont été isolées au début et à la fin du trempage dans le Trt 1 tandis que dans le Trt 2 les bactéries ont été isolées au début et pendant toute la période de trempage. La teneur en eau a été analysée pendant les étapes de séchage et de torréfaction.

L'acide cyanhydrique a été déterminé par titration du cyanure avec $AgNO_3$ (AOAC, 1984) [8,9] et calculé au moyen de l'expression suivante :

1ml 0,02N d'$AgNO_3$ = 1,08mg d'HCN

L'acidité titratable a été déterminé au moyen de l'analyse chimique des aliments de Pearson et exprimé comme taux d'acidité titratable = Nbre de mls NaOH x 0,090 du facteur de conversion de l'acide lactique.

4 RESULTATS ET DISCUSSION

Le chila avait une teneur en HCN initiale la plus élevée alors que le manyokola avait la moins élevée (Tableau 1). La concentration d'HCN était significativement différente (à 95% d'intervalle de confiance) dans les quatre variétés et les résultats chimiques correspondaient au taux d'amertume indiqué par les membres du jury.

Tableau 1: La concentration initiale d'HCN (mg/kg) des 4 variétés.

	Variété			
	Kap	Man	Chila	Bang
Moyenne	85,71	42,39	117,21	91,25
Stdev	4,45	1,68	1,49	0,97
% St dev	5,24	3,97	1,27	1,06

Note : Kap – kapumba, man – manyokola, Bang – bangweulu.

Les résultats de l'analyse sensorielle des racines fraîches crues ont montré que 81,25 % des membres du jury n'ont pas apprécié le chila à cause de l'amertume, 12,50 % n'ont pas apprécié le kapumba tandis qu'aucun n'a apprécié le manyokola et le bangweulu. Le manyokola a été l'échantillon le plus apprécié pour tous les attributs, c-a-d la couleur, l'arôme, la dureté, difficulte à mâcher, juteux, fibreux, l'amertume et la texture (Tableau 2) et est décrit comme étant une variété douce par les cultivateurs.

Tableau 2: L'échantillon le plus apprécié par les membres du jury – Racine fraîche

Variété	Membres du jury (%)
Kapumba	18,75
Manyokola	50,00
Chila	0,00
Bangweulu	31,25

Après transformation, les méthodes traditionnelles et améliorées se sont toutes les deux révélées efficaces quant a la réduction de l'HCN à des taux tolérables de 10mg/kg comme recommandé par FAO/OMS (9,10). Cependant, il a été constaté que le taux de réduction dépendait de la variété et des méthodes utilisées.

Le trempage s'est révélé être la méthode la plus efficace. Pour le manyokola et le chila, le trempage seul n'était pas suffisant pour réduire l'HCN à des taux qui ne présentent pas de danger. Si le trempage seul devait être utilisé pour réduire l'HCN, cela prendrait 5,7,10 et 12 jours au manyokola, au bangweulu, au chila et au kapumba respectivement pour réduire l'HCN à un taux inférieur à 10mg/kg (Tableau 3).

Tableau 3: Cinetiques de reduction d'HCN pour le trempage dans le Trt 1.

Variété	Pente	Intercepte	X (Si y=1)	r^2
Chila	-0,1162	18,9	10	0,9637
Kap	-0,0823	24,1	12	0,9589
Bang	-0,1474	14,1	7	0,9884
Man	-0,1477	11.6	5	0,9362

Lorsque les racines sont molles et moins fibreuses, le taux de perte d'HCN est plus élevé comme observé avec le manyokola dont les racines son ramollies par les microorganismes au cours de la fermentation ce qui a eu pour effet une perte plus rapide d'HCN. Toutefois, au 5ème et 8ème jour de trempage, les racines se sont désagrégées et ont dû être enlevées de l'eau de trempage afin d'éviter la perte de la qualité du produit. Le séchage pendant 1 à 4 jours a réduit la teneur en l'HCN à des taux qui ne présentent aucun danger dans le bangweulu et le kapumba respectivement. Il n'y a eu aucune différence significative dans le délai de trempage et de séchage entre les traitements 1 et 2.

Le râpage et la déshydratation ont abouti à 66,9 % de réduction d'HCN dans le manyokola et a demandé davantage de temps de séchage et de fermentation afin de réduire l'HCN a un taux inférieur ou égale à 10mg/kg et au-dessous. Le taux de réduction était plus élevé dans le kapumba, suivi par le chila, le bangweulu et le manyokola. La torréfaction après 24 heures de fermentation a entraîné une élimination complète d'HCN dans le manyokola; le bangweulu avait une

teneur résiduelle de 9,8 mg/kg tandis que le Chila et le Kapumba en avait 31 mg/kg. l'HCN n'a pas été décelé dans tous les échantillons lorsque le torréfaction était effectuée pendant au moins 72 heures .

Le découpage en cossettes a également a abouti à une réduction d'HCN dans toutes les quatre variétés ; 50, 51 et 71 % dans le manyokola, dans le kapumba et dans le chila respectivement alors que le bangweulu présentait une réduction de 15 % seulement. La durée de sechage nécessaire a la réduction d'HCN à un taux inférieur à 10 mg/kg était respectivement de 3 jours pour le manyokola de 6 jours pour le Kapumba et le Chila et, 7 jours pour le bangweulu .

L'analyse sensorielle de la farine a révélé une préférence pour les produits fermentés surtout à cause de la saveur et de l'arôme (Tableau 4). La farine de manioc séché directement a également été appréciée par 47% des membres du jury. Les copeaux et les cossettes ont eu la préférence pour leur couleur et la taille de leurs particules.

Tableau 4: Pourcentage (%) global d'Acceptation pour la farine des membres du jury pour la saveur pour les traitements choisis

	Kap	Man	Chila	Bang
Tremper, laminer, sécher				
Acceptation	81,25	18,75	31,25	68,75
Découper en cossettes et sécher				
Acceptation	50,00	43,75	37,50	31,25
Râper et torréfier				
Acceptation	37,50	18,75	37,50	12,50
Râper et sécher				
Acceptation	37,50	37,50	25,00	31,25

CONCLUSION

La présente étude indique que les méthodes de transformation traditionnelles et améliorées peuvent toutes les deux réduire de façon significative le contenu cyanogénétique du manioc même celui des variétés potentiellement toxiques à des taux qui ne présentent aucun danger (5,7,9,11). Le trempage fut la méthode la plus efficace. Le manioc ne doit pas être trempé pendant plus de 4 – 6 jours selon la variété afin d'éviter que les racines se désagrègent et perdent la qualité du produit.

Quelque soit la méthode utilisée par les paysans, les pratiques abrégées doivent être évitées à cause des différences au niveau du taux de réduction d'HCN à chaque étape de la transformation et en fonction de la variété. D'autres facteurs tels que la température influent sur le taux de réduction d'HCN (1,5,7,9,11). La réduction efficace de taille ou la rupture de cellule suivi du chauffage ou du séchage au soleil entraîne la suppression la plus élevée des cyanogènes.

Les produits dérivés du manioc trempé ont été préférés surtout pour leur saveur et leur arôme et les produits dérivés de toutes les variétés ont été acceptés pour l'absence d'amertume. Ce qui indique qu'une transformation accrue peut être utilisée pour rendre disponible du manioc et des produits à base de manioc acceptables pour la sécurité alimentaire et la génération de revenus (12,13).

REFERENCES

14. Luhila M. F. 2000): Household Cassava Processing in Zambia – Programme Against Malnutrition; Lusaka Zambia.
15. MACO (2004): National Agricultural Policy 2004 – 2015 - Ministry of Agriculture and Cooperatives; Republic of Zambia.
16. Haggblade S. and Nyembe M. (2007): Zambian Cassava Markets – Food Security Research Project, Paper prepared for the Acceleration of Cassava Utilization Task Force Meeting – Lusaka Zambia.
17. FSP (2005): Food Security Pack Project Annual Report – Programme Against Malnutrition - Lusaka Zambia
18. Chiwona-Karltun (2001): A Reason to be Bitter: Cassava Classification from the Farmer's Perspective – Stockholm, Sweden.
19. van Otterdijk L.M.R (1998): The importance of Cassava and Sweet potato for Household Food Security in Rural Zambia. Food Security and Crop Diversification in SADC Countries: the role of Cassava and Sweet Potato Proceedings of the Scientific Workshop of SARRNET, Lusaka Zambia.

20. Mlingi L.V.N (1995): Cassava Processing and Dietary Cyanide Exposure in Tanzania. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Medicine 571, Sweden

21. Sakala N. *et al* (2004): Evaluation of Rural Processing Techniques of Cassava for the Reduction of Cyanides. Prepared for Programme Against Malnutrition by University of Zambia, Department of Food Science and Technology - Lusaka Zambia

22. Okafor P. N and Eke-Okoro O. Determination of Cyanogenic Potential of Improved Cassava Cultivars and their Food Product from National Root Crops Research Institute, Umudike. Umuahia-Abia State – Nigeria. Roots, Issue 10 Vol. 1.

23. FAO (1989): Utilization of Tropical Foods: Roots and tubers FAO Food and Nutrition paper 47/2, Food and Agriculture Organization, Rome.

24. Bokanga M. *et al* (1994) : International workshop on cassava Safety. International Society for Horticultural Sciences Ibadan, Nigeria.

25. PAM (2006): Annual and End of Project Reports. Programme Against Malnutrition, Lusaka Zambia

26. PAM and ZARI (2007): Promoting Diversified Cassava Utilization in the Food Industry. Paper Presented at the Acceleration of cassava utilization Task Force Review Meeting. Agricultural Consultative Forum, Lusaka – Zambia.

Towards the industrialization of traditional African fermented foods: a case study of fortified *gari* in Benin

Moutairou EGOUNLETY[1], Alexis S. ADJAKIDJE[1], Christelle M. SEGBEDJI[1], Anastasie A. YAO[2], Carine DORTU[3], Mélanie KOSTINEK[4], Charles M. A. P. Franz[4], Philippe THONART[2], Wilhem H. HOLZAPFEL[4], Moses MENGU[5]

[1]Département de Nutrition & Sciences Alimentaires, Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin

[2]Centre Wallon de Biologie Industrielle, Unité de Technologie Microbienne, Université de Liège, Sart-Tilman B40, B-4000 Liège, Belgique

[3]Centre Wallon de Biologie Industrielle, Unité de Bio-industries, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, Passage des déportés, 2, B-5030 Gembloux, Belgique

[4]Federal Research Centre for Nutrition, Institute of Hygiene and Toxicology, Haid-und-Neu-Strasse 9, D-76131 Karlsruhe, Germany

[5]Danish Technological Institute, Gregersensvej, DK-2630 Taastrup, Denmark

Traditional fermented foods play an important role in the diets of the populations in developing countries especially in Africa. Despite extensive research carried out on multiple aspects of these foods, African traditional fermented foods are still largely produced at household or cottage level in unhygienic conditions and with rudimentary materials resulting in a great variability in their quality. They cannot also compete with other foods in international markets. In order to improve the current situation, it is recommended to industrialize the traditional African fermented foods sector by focussing on the development and production of starter cultures to be used in well-equipped HACCP-built small and medium-sized enterprises (SMES) in rural areas.

In this regard, an HACCP rural pilot plant was constructed in Ouèdo village in Benin Republic to produce fortified *gari* using cassava, soybean, palm oil and selected developed freeze-dried lactic acid bacteria starter cultures. The plant is equipped with high standard hygienic locally-fabricated equipment and is run by a women's group of thirteen (13) members. They were trained in food hygiene and good manufacturing practices (GMP) for fortified *gari* production and in agricultural entrepreneurship and equipment management.

The use of the lactic acid bacteria starter cultures singly or in combinations resulted in rapid acidification of the mash ensuring a high safety for the final product and in a reduction of the fermentation period from 24 h to 12 h with the fortified *gari* having an improved nutritional density and sensory properties. The commercial yield was also improved upon the application of the starter cultures. Compared to the unfortified and uninoculated *gari* production, the new technological package yielded four times a nutritious *gari* during the normal period (48 h) of fermentation of ordinary *gari* production. The revenue of the women is also improved with the innovative package.

Keywords: Traditional African fermented foods, cassava, soybean, palm oil, "garification", lactic acid bacteria starter cultures, fortified *gari*.

1 INTRODUCTION

Traditional fermented foods and beverages constitute a major proportion of the diet of African populations. Many different fermented foods have been reported. They can be grouped into five categories according to the main substrates or raw materials used in the processing: fermented starchy foods e.g *gari, attièkè*; fermented cereals e;g *ogi, koko, uji*; alcoholic beverages e. g *chakpalo, pito, burukutu*; fermented legumes and oil seeds e.g *dawadawa, iru, ogiri*; and fermented animal proteins e;g *nono* and yoghurt [1, 2].

Significant contributions have been made in research to understand the microbiology and biochemistry of the fermented foods in order to enhance their nutritional and overall food value [1, 3, 4, 5, 6, 7]. Despite these extensive research works, the production of fermented foods is still largely a traditional family art done in homes in a crude and unhygienic manner. Consequently, the production has not increased substantially beyond a cottage industry. According to Nout [8], the various factors working against traditional fermented foods are inadequate raw material grading and cleaning contributing to the presence

of foreign matters (such as insects, sand, stones) in the final product; crude handling and processing techniques employed; lack of durability (shelf life); lack of homogeneity and unattractive presentation. In these conditions, the traditional African fermented foods could not compete with other foods in international markets. Early African food industrialization took place between 1950 and 1970 and focussed on the establishment of factories for processing some local products for exportation (palm nut mills, sugar refineries, canning industries) and imported goods for the local markets (flour mills, bakeries and breweries). In one or the other case, the expected driving effect on agriculture and food production was nil or indeed negative [9].Later, in 1980's, with the talk on food self-sufficiency, the governments turned themselves to the processing of local food crops to be used for the internal markets. Thus, many plants such as maize, rice and cassava processing units and tomato juice concentration plants were established. These new food industrialization attempts have created more problems than they have solved. These problems include high installation costs, difficulties in the supply of raw materials, financial instability due to the competition between the locally-processed goods and its equivalent low-cost subsidized imported products, difficulties in technological self-control and maintenance of the equipment by an unmotivated less-trained personnel, and low employment creation [9]. Taking into account the past experiences and the socio-cultural aspects of food consumption in Africa, the new food industrialization options should be based on the establishments in well-equipped HACCP-built small and medium-sized enterprises (SMES) in rural areas. In addition, the use of starter cultures would be an appropriate approach for the control and optimization of the fermentation process in order to alleviate the problems of variations in organoleptic quality and microbiological stability observed in African indigenous fermented foods. The development of starter cultures is one of the prerequisites of the establishment of small-scale industrial production of fermented foods in Africa [10, 11, 12, 13].

2 EXPERIMENTAL

2.1 Experimental site

An HACCP rural pilot plant was constructed in Ouèdo village in Benin Republic. It is equipped with high standard hygienic locally-fabricated stainless steel equipment and is run by a women's group of thirteen (13) members. They were trained in food hygiene and good manufacturing practices (GMP) for fortified *gari* production and in agricultural entrepreneurship and equipment management.

2.2 Materials

. Four freeze-dried Lactic acid bacteria (LAB) starter cultures (2 *Lactobacillus plantarum:* G2/25 and VE36; one *Lactobacillus fermentum* : G2/10 and one *Weissella paramesenteroides* : Lc_{11}) were isolated from a collection of 375 cultures from Benin, Kenya, South Africa and Germany [14].

.Cassava (*Manihot esculenta* Crantz), bitter variety, was harvested early in morning (between 7 and 9 h) in a farmer's field and brought to the processing site.

. Soybean (*Glycine max Merr.*), yellow variety and flavoured palm oil were bought in a market at Cotonou, Benin.

2.3 Fermentation of fortified cassava mashes and production of fortified gari

50 kg of cassava roots were peeled, washed and grated. The soybean (ca.3.2kg) was cleaned, washed, cooked for 30 min, drained, cooled and milled. The grated cassava and the milled cooked soybean were mixed and 0.5 l of palm oil was added and mixed. 50 g of a specific starter culture or a combination of two or three strains (concentration is 10^{10} CFU/g) was added to the mixture. The batch was carefully mixed. In the first instance, each batch and the control were fermented for 24h. Samples collected at 4 h intervals were subjected to the determination of pH, titratable acidity and LAB microflora. The fermentation time at which the above parameters matched those of the uninoculated mash (control) was selected for production of fortified *gari* in the second instance. The new batches were fermented for this duration, pressed and "garified".

2.4 Physico-chemical and microbiological analyses

20 ml of distilled water was added to 10g of sample and the mixture was homogenized. pH was determined by directly inserting the electrode in the mixture. Then, 70g of distilled water was added to the former mixture. Some drops of phenolphthalein

indicator were added. The mixture was then homogenized and titrated with 0.1 N NaOH until the change in the indicator colour corresponding to pH range 8 ≤ pH ≤ 8.5 [15]. For microbiological analyses, 90 ml of Ringer solution was added to 10g of cassava mash in a stomacher bag and the mixture was homogenized for 2 min. Serial dilutions were done and 1 ml was plated either in MRS and Rogosa agars and incubated at appropriate temperatures for the determination of LAB and *Lactobacillus* sp. respectively.

2.5 Evaluation of physico-chemical and sensory properties of fortified gari

Gross yield of *gari* was determined from the garified product over the total material inputs. Commercial yield was determined in a similar way with the sieved product (2 mm mesh size) Moisture and acidity were also determined. Forty (40) panellists evaluated the sensory properties of the inoculated fortified *gari* using the multiple comparison test [16]. The sensory properties (colour, taste, aroma, particle size and overall acceptability) of the inoculated *gari* were compared with those of the uninoculated fortified *gari* (control) known as the reference *gari* on a scale of 1 to 9 where 1= extremely inferior, 5= reference and 9= extremely better. The scores were statistically analyzed.

3 RESULTS AND DISCUSSION

Figs.1 & 2 show the changes in counts of *Lactobacillus* sp. and titratable acidity during fermentation of uninoculated and single-strain-inoculated soy-palm oil-fortified cassava mashes. The inoculation of soy-palm oil cassava mashes with the selected LAB starter cultures or their mixtures resulted almost in a 2 log cycle increase with respect to the species incorporated into the mash (Fig.1). This initial high microbial load at the onset of fermentation (>10^7CFU/g) induced a rapid significant acidification of the mashes during the first 8h fermentation period with however a lag phase in some mashes during the first 4 hr fermentation (Fig. 2).This rapid acidification of the inoculated fortified mashes especially at the beginning of the fermentation process concomitantly with the straight rapid significant decrease in pH at the early stages of the process (between 0 and 8 h) is of utmost importance for the safety of the mashes as the preparation of all the fortified cassava mashes took place in rural uncontrolled non-sterilized conditions. This is very useful for the safety of the mashes as the pathogens cannot grow below pH 4.5. Holzapfel [17] reported that the selection criteria of starter cultures for small-scale fermentation in developing countries should take account of the substrates, technical properties of the strain, food safety requirements and quality expectations.

In addition, the values of microbial counts of specific species (LAB, Lactobacillus sp. or lactococci), pH and acidity obtained at the end of fermentation of the control (uninoculated fortified cassava mash), i.e 24 hr, were already attained within 8-12 hr in inoculated mashes (Figs.1 & 2) [18]. This is the result of high metabolic activities taking place during fermentation of the inoculated cassava mashes. Therefore, 12 h was selected as the fermentation duration for production of the inoculated fortified *gari*. Data on the sensory properties of the inoculated fortified *gari* are reported in Table 1. No significant difference (P> 0.05) was found in sensory properties of the inoculated fortified *gari* and the uninoculated fortified (control) *gari* except of the taste of Lactobacillus fermentum (G2/10)- fortified *gari* with a score of 7.06.

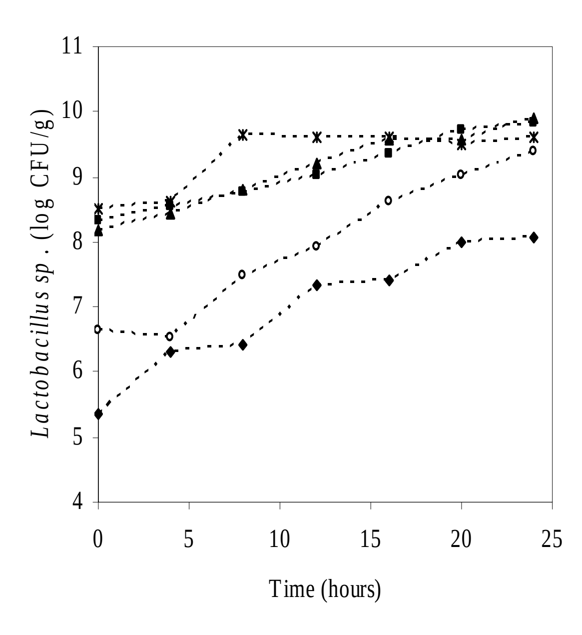


Fig.1. Changes in *Lactobacillus* sp. during fermentation of uninoculated and single strain-inoculated soy-palm oil-fortified cassava mashes

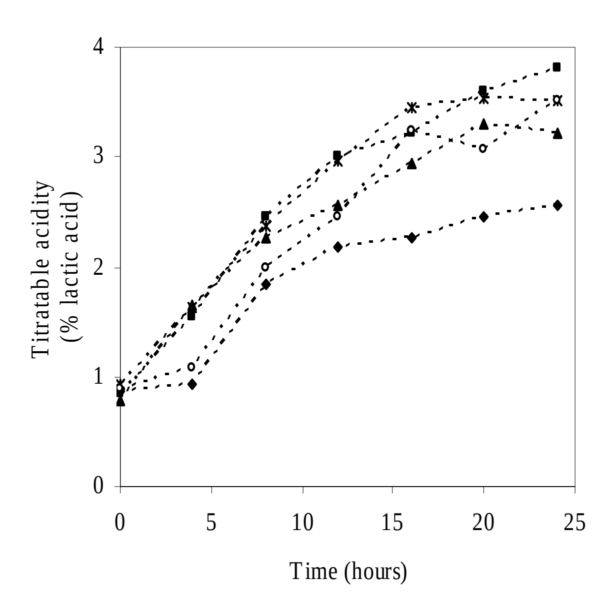


Fig.2. Changes in titratable acidity during fermentation of uninoculated and single strain-inoculated soy-palm oil-fortified cassava mashes

--♦-- uninoculated soy-palm oil-fortified cassava mash
--■-- G2/25-inoculated soy-palm oil-fortified cassava mash
--Δ-- VE36--inoculated soy-palm oil-fortified cassava mash
--*--G2/10-inoculated soy-palm oil-fortified cassava mash
--°-- LC11-inoculated soy-palm oil-fortified cassava mash

The panellists reported this *gari* as a very good one with a pleasant after-taste. In general, the use of the selected LAB starter cultures or their mixtures improved the sensory properties of the inoculated *gari* (Table 1) as well as the commercial yield [18]. Lactobacillus fermentum (G2/10)-fortified *gari* was the most preferred (Table 1)

Ordinary *gari* is fermented for 36-48h in Benin Republic [18].and for 96h in Nigeria [10]. Previous studies by Egounlety *et al.* [19] indicated that spontaneous fermentation of cassava mash fortified with soybean and/or palm oil reduced the fermentation duration by half, e. g from 36-48 h to 18-24 h. The same trend was reported by Ofuya and Najiofor [10]. during production of *gari* using Gastat, a *gari* starter cutlture. Compared to the unfortified and uninoculated *gari* production, the new technological package developed in this study yielded four times a nutritious *gari* during the normal period (48h) of fermentation of ordinary *gari* production. The revenue of the women is also improved with the innovative package [19]

Table 1. Sensory Properties of Uninoculated and Inoculated Soy-palm oil- fortified *Gari*

Food	Colour	Aroma	Taste	Particle Size	Overall Acceptability
Uninoculated Soy-palm oil-fortified Gari (Control)					
	5.00 [a]	5.00[a]	5.00[a]	5.00[a]	5.00 [a]
G2/25-*Soy-palm oil- fortified Gari*	*6.08* [a]	*6.03* [a]	*6.49*[a]	*6.31*[a]	*6.71*[a]
VE36- *Soy-palm oil- fortified Gari*	*5.60* [a]	*5.77*[a]	*6.31*[a]	*6.03*[a]	*6.31*[a]
G2/10- *Soy-palm oil- fortified Gari*	*6.46* [a]	*6.20*[a]	*7.06*[b]	*6.06*[a]	*6.86* [a]
Lc11- Soy-palm oil- fortified Gari	*5.51*[a]	*5.08*[a]	*5.49* [a]	*5.71*[a]	*5.91*[a]
Mean for inoculated Gari	*5.91*	*5.77*	*6.34*	*6.03*	*6.45*

. G2/25 : *Lactobacillus plantarum*
. G2/10 : *Lactobacillus fermentum*
. VE36 : Lactobacillus plantarum
. Lc_{11} : *Weissella paramesenteroides*

. Mean for each attribute followed by the same letter are not significantly different at 5% level.
. Higher values indicate greater preference

4 CONCLUSIONS

This study showed that the use of appropriate starter cultures in an HACCP food fermentation processing environment greatly reduced the fermentation duration contributing to food security in Africa as well as ensuring the safety and quality of a food eligible for external markets. The development of African countries is primarily based on their capacity of production and processing their raw material resources not only for the welfare of their population but also to get foreign currency through the exportation of the surpluses of their production and goods. There is a need to re-examine the past industrialization strategies. The establishment in high food crop production zones of HACCP small and medium-sized food

enterprises (SMES) as is done in this work will contribute to the emergence of new development poles. The governments are therefore invited to provide incentives and favorable socio-economic and financial environments for these enterprises.

ACKNOWLEDGMENTS

Financial support from the European Commission within the framework of the INCO- DEV Programme is gratefully acknowledged. This study was partly carried out under the project 'Improving the quality and nutritional status of *GARI* through the use of starter cultures and fortification with soybean, palm oil and coconut milk (ICA4-CT-2002-10058). The work does not necessarily reflect its views and in no way anticipates the Commission's future policy in this area.

REFERENCES

[1] Odunfa SA: African Fermented Foods. From Arts to Science. In: Microbiology of fermented foods. Vol. 2, (BJB Wood, ed.) 1985. pp. 155-191. Elsevier Appl. Sci. Publ. London.).

[2] Egounlety M. Traditional Foods from Republic of Benin. In: Proceedings of the 1997 International Conference on Traditional Foods. (V. Prakash, ed.). 2000, CFRI, Mysore, India, March 6-8, 1997. pp.47-68.

[3] Okafor N. Microorganisms associated with cassava fermentation for garri production. J. Appl. Bacteriol. 42 (1977) 279-284.

[4] Okafor N. Processing of Nigerian indigenous fermented foods- A chance for innovation. Nig. Food J. 1 (1983) 32-37.

[5] Eka OU. Effect of fermentation on the nutrient status of locust beans. Food Chem. (1980) 303-308.

[6] Achi OK Microorganisms associated with natural fermentation of prosopis African seeds for production of 'Okpiya'. J. plant Foods Hum. Nutr. 42 (1992) 297-304.

[7]Hounhouigan DJ., Nout MJR., Nago MC., Houben JH., Rombouts FM. Changes in the physico-chemical properties of maize during natural fermentation of mawè. J. Cereal Sci. 17 (1993) 281-300.

[8] Nout MJR. Upgrading traditional biotechnological processes. IFS/UNU Workshop on Development of indigenous Fermented Foods and Food Processing in Africa. Douala, Cameroun.October 1985.

[9]. Egounlety M. Contribution of traditional Food technologies to food security in Africa. In: Proceedings of the 1997 International Conference on Traditional Foods. (V. Prakash, ed.). 2000, CFRI, Mysore, India, March 6-8, 1997. pp.17-25.

[10] Ofuya CO, Najiofor CN. Development and evaluation of a starter culture for the industrial production of *gari.* J. Appl. Bacteriol. 66 (1989) 37-42.

[11] Sanni AI. The need for process optimization of African fermented foods and beverages. A review. Int. J. Food Microbiol. 18 (1993) 85-95.

[12] Kimaryo VM, Massawe GA, Olasupo, NA, Holzapfel WH. The use of starter culture in the fermentation of cassava for the production of 'kivunde', a traditional Tanzanian food product. *Int. J. Food Microbiol.*56 (2000) 179-190.

[13] Achi OK.. The potential of upgrading traditional fermented foods through biotechnology. A Review. *African J. Biotechnol. 4(5)(*2005) *375-380.*

[14] Kostinek M, Specht I, Edward VA, Pinto C, Egounlety M. Sossa C, Mbugua S, Dortu C, Thonart P, Taljaard L, Mengu M, Franz, CMAP, Holzapfel WH. Characterization and biochemical properties of predominant lactic acid bacteria from fermenting cassava for selection as starter cultures. Int. J. Food Microbiol. 114 (2007) 342-351.

[15] Nout MJR, Rombouts FM, Haveloap A Effect of accelerated natural lactic acd fermentation of infant food ingredients on some pathogenic microorganisms. Int. J. Food Microbiol. 8 (1989) 351-361.

[16] Larmond E. Laboratory methods for sensory evaluation of foods. Food Research Institute, Ottawa, Canada, Department of Agriculture. 1979. 74p.

[17]Holzapfel WH. Appropriate starter culture technologies for small-scale fermentation in developing countries. Int. J. Food Microbiol. 75 (2002) 197-212.

[18] Egounlety M. Improving the quality and nutritional status of garb through the use of starter cultures and fortification with soybean, palm oil and coconut milk. Fourth Annual Report , Garisecure Project (2006) 47p.

[19] Egounlety M, Fanou KL, Fagla B. Production, nutritive value and sensory properties of soy- and/or soy-palm oil fortified gari. Submtted for Publication in J. Food Composition and Analysis

Vers l'industrialisation des aliments fermentés traditionnels africains : une étude de cas du *gari* fortifié au Bénin

Moutairou EGOUNLETY[1], Alexis S. ADJAKIDJE[1], Christelle M. SEGBEDJI[1], Anastasie A. YAO[2], Carine DORTU[3], Mélanie KOSTINEK[4], Charles M. A. P. Franz[4], Philippe THONART[2], Wilhem H. HOLZAPFEL[4], Moses MENGU[5]

[1]Département de Nutrition & Sciences Alimentaires, Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin

[2]Centre Wallon de Biologie Industrielle, Unité de Technologie Microbienne, Université de Liège, Sart-Tilman B40, B-4000 Liège, Belgique

[3]Centre Wallon de Biologie Industrielle, Unité de Bio-industries, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, Passage des déportés, 2, B-5030 Gembloux, Belgique

[4]Federal Research Centre for Nutrition, Institute of Hygiene and Toxicology, Haid-und-Neu-Strasse 9, D-76131 Karlsruhe, Germany

[5]Danish Technological Institute, Gregersensvej, DK-2630 Taastrup, Denmark

Les aliments fermentés traditionnels jouent un rôle important dans les régimes alimentaires des populations des pays en développement, en particulier en Afrique. Malgré des recherches approfondies menées sur les aspects multiples de ces produits alimentaires, les aliments fermentés traditionnels africains sont encore en grande partie produits au niveau familial ou artisanal dans de mauvaises conditions sanitaires et avec des matériels rudimentaires, ce qui entraîne une énorme variabilité de leur qualité. Ils ne peuvent pas non plus concurrencer d'autres aliments sur les marchés internationaux. Pour améliorer la situation actuelle, l'industrialisation du secteur des aliments fermentés traditionnels africains est recommandée avec un accent particulier sur le développement et la production de cultures d'amorce à utiliser dans de petites et moyennes entreprises (PME) bien équipées et structurées selon les normes HACCP et implantées dans les zones rurales.

A cet égard, une usine pilote rurale certifiée HACCP a été construite dans le village de Ouèdo en République du Bénin pour produire du *gari* fortifié en utilisant le manioc, le soja, l'huile de palme et des cultures d'amorce lyophilisées de bactéries lactiques élaborées sélectionnées. Gérée par un groupe de femmes de treize (13) membres, l'usine est équipée de matériels de fabrication locale et de qualité sanitaire supérieure. Elles ont reçu une formation axée sur l'hygiène alimentaire et les bonnes pratiques de fabrication (BPF) en vue de produire du *gari* fortifié et sur l'esprit d'entreprise dans le domaine agricole et la gestion du matériel.

L'utilisation des cultures d'amorce des bactéries lactiques séparément ou dans des combinaisons a eu pour effet l'acidification rapide de la pâte assurant au produit final une sécurité élevée et une réduction de la période de fermentation de 24 h à 12 h avec le *gari* fortifié présentant de meilleures caractéristiques sensorielles et recelant une plus forte densité nutritive. Le rendement commercial s'est également amélioré avec l'application des cultures d'amorce. Comparé à la production du *gari* non fortifié et non inoculé, le nouveau paquet technologique a donné un rendement de *gari* nutritif quatre fois plus élevé pendant la période normale (48 h) de fermentation de la production du *gari* ordinaire. Le revenu des femmes s'est également amélioré avec ce paquet novateur.

Mots clés : Aliments fermentés traditionnels africains, manioc, soja, huile de palme, “garification”, cultures d'amorce des bactéries lactiques, *gari* fortifié.

1 INTRODUCTION

Les aliments et boissons fermentés traditionnels représentent une importante proportion du régime alimentaire des populations africaines. Il a été fait état de nombreux aliments fermentés divers. On peut les regrouper en cinq catégories selon les principaux substrats ou matières premières utilisés dans le traitement : les féculents fermentés comme par exemple le *gari*, l'*attièkè* ; les céréales fermentées comme par exemple l'*ogi*, le *koko*, l'*uji* ; les boissons alcoolisées comme par exemple le *chakpalo*, le *pito*, le *burukutu* ; les légumineuses et graines oléagineuses fermentées comme par exemple le *dawadawa*, l'*iru*, l'*ogiri* ; et les protéines animales fermentées comme par exemple le *nono* et le yaourt [1, 2].

Des contributions significatives ont été apportées en matière de recherche afin de comprendre la microbiologie et la biochimie des aliments fermentés en vue d'augmenter leur valeur nutritive

globale [1, 3, 4, 5, 6, 7]. Malgré ces travaux de recherche approfondie, la production des produits alimentaires fermentés demeure en grande partie un art familial traditionnel pratiqué dans des maisons de façon rudimentaire et fort peu hygiénique. En conséquence, la production n'a pas considérablement augmenté au-delà d'une industrie artisanale. Selon Nout [8], les divers facteurs qui militent contre les aliments fermentés traditionnels sont notamment le calibrage et le lavage inadéquats des matières premières qui contribuent à la présence de corps étrangers (tels que des insectes, du sable, des cailloux) dans le produit final ; les techniques rudimentaires de manipulation et de transformation utilisées ; le manque de durabilité (conservabilité au détail) ; le manque d'homogénéité et la présentation peu attrayante. Dans ces conditions, les aliments fermentés traditionnels africains ne pourraient pas entrer en concurrence avec d'autres produits alimentaires sur les marchés internationaux. Les premières industrialisations de la production alimentaire africaine ont eu lieu entre 1950 et 1970 et étaient axées sur la création d'usines de transformation de quelques produits locaux destinés à l'exportation (des huileries de palme, des raffineries de sucre, des conserveries) et sur des biens importés pour les marchés locaux (les minoterie, les boulangeries et les brasseries). Dans un cas comme dans l'autre, l'effet d'entraînement sur l'agriculture et la production alimentaire fut nul ou voire négatif [9]. Plus tard, dans les années 1980, avec la politique d'autosuffisance alimentaire, les gouvernements se sont tournés vers la transformation des cultures vivrières locales qui devaient servir à alimenter les marchés intérieurs. Ainsi, de nombreuses usines telles que des unités de transformation de maïs, de riz et de manioc et des usines de jus de tomates concentrées ont été créées. Ces nouvelles tentatives d'industrialisation de la production alimentaire ont créé plus de problèmes qu'elles en ont résolu. Ces problèmes comprennent les dépenses d'installation élevées, les difficultés dans la fourniture des matières premières, l'instabilité financière en raison de la concurrence entre les biens de transformation locale et leurs équivalents importés subventionnés et vendus à bas prix, les difficultés en matière d'autocontrôle technologique et de maintenance des matériels par un personnel sans motivation bénéficiant d'une formation minimale et la faible création d'emplois [9]. Compte tenu des expériences passées et des aspects socioculturels de la consommation alimentaire en Afrique, les nouvelles options d'industrialisation de la production alimentaire doivent être fondées sur la création dans les zones rurales de petites et moyennes entreprises (PME) bien équipées et construites selon les normes HACCP. En outre, l'utilisation des cultures d'amorce serait une approche appropriée pour la maîtrise et l'optimisation du processus de fermentation afin d'atténuer les problèmes de variations dans la qualité organoleptique et la stabilité microbiologique observées dans les aliments fermentés locaux d'Afrique. Le développement des cultures d'amorce est l'une des conditions requises pour la création de petites industries de production d'aliments fermentés en Afrique [10, 11, 12, 13].

2 EXPERIMENTAL

2.1 Site expérimental

Une usine pilote rurale aux normes HACCP a été construite au village de Ouèdo en République du Bénin. Elle est équipée de matériels en acier inoxydable de fabrication locale et de qualité sanitaire supérieure, et gérée par un groupe de femmes de treize (13) membres. Elles ont reçu une formation axée sur l'hygiène alimentaire et les bonnes pratiques de fabrication (BPF) en vue de produire du *gari* fortifié et sur l'esprit d'entreprise dans le domaine agricole et la gestion du matériel.

2.2 Matériels

. Quatre cultures d'amorce des bactéries lactiques (BL) lyophilisées (2 *Lactobacillus plantarum:* G2/25 et VE36; une *Lactobacillus fermentum* : G2/10 et une *Weissella paramesenteroides* : Lc_{11}) ont été isolées à partir d'un ensemble de 375 cultures provenant du Bénin, du Kénya, d'Afrique du Sud et d'Allemagne [14].

Le manioc (*Manihot esculenta* Crantz), la variété amère, a été récolté tôt le matin (entre 7 et 9 h) dans le champ d'un cultivateur et apporté au site de transformation.

. Le soja (*Glycine max Merr.*), la variété jaune et de l'huile de palme aromatisée ont été achetés dans un marché à Cotonou au Bénin.

2.3 Fermentation des pâtes de manioc fortifiées et production du gari fortifié

50 kg de racines de manioc ont été épluchés, lavés et râpés. Le soja (ca.3,2kg) a été nettoyé, lavé, cuit pendant 30 mn, égoutté, refroidi et moulu. Le manioc râpé et le soja cuit moulu ont été mélangés et 0,5 l d'huile de palme a été ajouté et mélangé. 50 g d'une culture d'amorce spécifique ou une combinaison de deux ou trois souches (à la concentration de 10^{10} CFU/g) a été ajoutée au mélange. Le mélange a été soigneusement malaxé. En premier lieu, on a laissé chaque mélange et le témoin se fermenter pendant 24h. Des échantillons recueillis à des intervalles de 4 h ont été soumis à la détermination de pH, à l'acidité titrable et à la microflore des bactéries lactiques. La période de fermentation pendant laquelle les paramètres ci-dessus équivalaient à ceux de la pâte non inoculée (témoin) a été sélectionnée pour la production du *gari* fortifié en second lieu. Les nouveaux mélanges ont été laissés en fermentation pendant cette durée, pressés puis “garifiés”.

2.4 Analyses physico-chimiques et microbiologiques

20 ml d'eau distillée ont été ajoutés à 10g d'échantillon et le mélange a été homogénéisé. Le pH a été déterminé en insérant directement l'électrode dans le mélange. Ensuite, 70g d'eau distillée ont été ajoutés au mélange précédent. Quelques gouttes d'indicateur à la phénolphtaléine ont été ajoutées. Le mélange a été ensuite homogénéisé et titré avec 0,1 N de NaOH jusqu'au changement de couleur de l'indicateur correspondant à un intervalle de pH $8 \leq pH \leq 8,5$ [15]. Pour les analyses microbiologiques, 90 ml de solution de Ringer ont été ajoutés à 10g de pâte de manioc dans un sac adapté au Stomacher et le mélange a été homogénéisé pendant 2 mn. Des dilutions en série ont été effectuées et 1 ml a été étalée sur une plaque en géloses MRS et Rogosa et laissée en incubation à des températures appropriées pour la détermination des BL et des *Lactobacillus* sp. respectivement.

2.5 Evaluation des caractéristiques physico-chimiques et sensorielles du gari fortifié

Le rendement brut du *gari* a été déterminé à partir du produit garifié sur la totalité des intrants matériels. Le rendement commercial a été déterminé d'une façon identique au produit tamisé (2 mm de maillage). Les taux d'humidité et d'acidité ont également été déterminés. Quarante (40) membres de jury ont évalué les propriétés sensorielles du *gari* fortifié inoculé au moyen du test de comparaisons multiples [16]. Les propriétés sensorielles (la couleur, le goût, l'arôme, la granulométrie et l'acceptabilité globale) du *gari* inoculé ont été comparées avec celles du *gari* fortifié non inoculé (le témoin) connu comme étant le *gari* de référence sur une échelle de 1 à 9 lorsque 1 = extrêmement inférieur, 5 = référence et 9 = extrêmement meilleur. Les notes ont été analysées statistiquement.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

Les Fig.1 et 2 mettent en évidence les changements des numérations des *Lactobacillus* sp. et de l'acidité titrable pendant la fermentation des pâtes de manioc non inoculées et des pâtes de manioc fortifiées avec de l'huile de palme et du soja ayant reçu une inoculation unique de souche. L'inoculation des pâtes de manioc à l'huile de palme et au soja avec les cultures d'amorce des BL sélectionnées ou leurs mélanges ont presque entraîné une augmentation de 2 cycles logarithmiques par rapport à l'espèce intégrée dans la pâte (Fig. 1). Cette charge microbienne initiale élevée au début de la fermentation ($>10^7$ CFU/g) a produit une acidification rapide significative des pâtes pendant la première période de fermentation de 8h avec toutefois une phase de latence dans certaines pâtes pendant les 4 premières heures de fermentation (Fig. 2). Cette acidification rapide des pâtes fortifiées inoculées surtout au début du processus de fermentation en même temps que la diminution rapide directe significative de pH aux premières étapes du processus (entre 0 et 8 h) est d'une importance capitale pour la sécurité des pâtes dans la mesure où la préparation de toutes les pâtes de manioc a eu lieu dans des conditions rurales non-stérilisées et non contrôlées. C'est très utile pour la sécurité des pâtes dans la mesure où les pathogènes ne peuvent pas pousser au-dessous de 4,5 de pH. Holzapfel [17] a déclaré que les critères de sélection des cultures d'amorce pour la fermentation à petite échelle dans les pays en voie de développement doivent tenir compte des substrats, des propriétés techniques de la souche, des exigences de sécurité alimentaire et des attentes en matière de qualité.

Par ailleurs, les valeurs des numérations microbiennes des espèces spécifiques (les BL, les Lactobacillus sp. ou les lactococci), le pH et l'acidité obtenus à la fin de la fermentation du témoin (la pâte de manioc fortifiée non inoculée), c-a-d 24 hr, étaient déjà atteints en moins de 8-12 hr dans les pâtes inoculées (Fig.1 et 2) [18]. Il s'agit du résultat d'activités métaboliques intenses qui se produisent pendant la fermentation des pâtes de manioc inoculées. En conséquence, 12 h ont été choisies comme durée de fermentation pour la production du *gari* fortifié inoculé. Les données relatives aux caractéristiques sensorielles du *gari* fortifié inoculé sont présentées dans le Tableau 1. Aucune différence significative (P> 0,05) n'a été découverte dans les caractéristiques sensorielles de

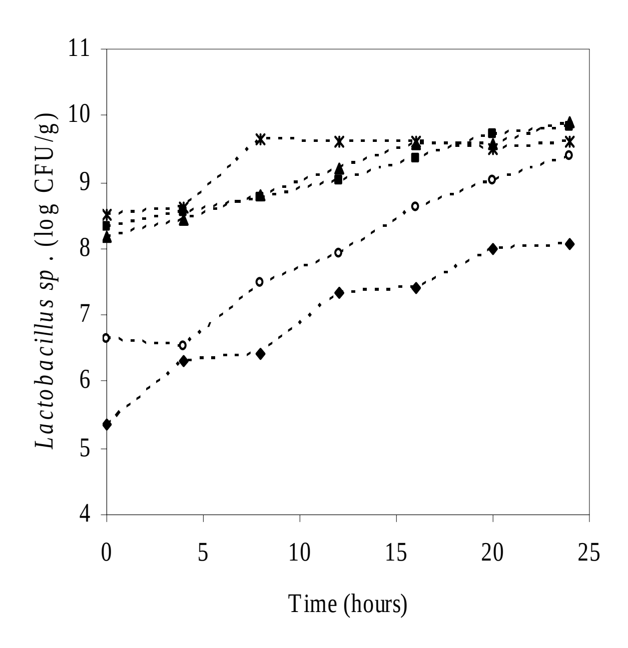


Fig.1. Les changements des *Lactobacillus* sp. durant la fermentation des pâtes de manioc non inoculées et des pâtes de manioc fortifiées avec de l'huile de palme et du soja et ayant reçu une inoculation unique de souche

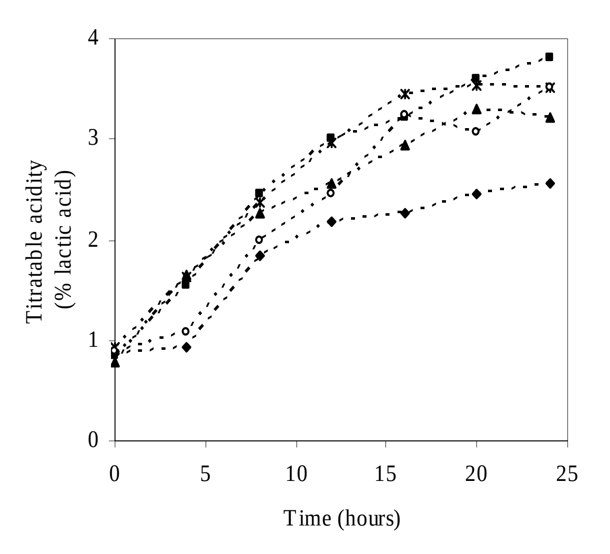


Fig.2. Les changements de l'acidité de titration pendant la fermentation des pâtes de manioc non inoculées et des pâtes de manioc fortifiées avec de l'huile de palme et du soja et ayant reçu une inoculation unique de souche

--◆-- pâte de manioc non inoculée fortifiée avec de l'huile de palme et du soja
--■-- G2/25-pâte de manioc inoculée fortifiée avec de l'huile de palme et du soja
--Δ-- VE36--pâte de manioc inoculée fortifiée avec de l'huile de palme et du soja
--*--G2/10-pâte de manioc inoculée fortifiée avec de l'huile de palme et du soja
--°-- LC11-pâte de manioc inoculée fortifiée avec de l'huile de palme et du soja

Le *gari* fortifié inoculé et le *gari* fortifié non inoculé (le témoin) sauf le goût de Lactobacillus fermentum (G2/10)- *gari* fortifié ayant obtenu une note de 7,06. Les membres du jury ont trouvé ce *gari* très bon avec un arrière-goût agréable. En règle générale, l'utilisation des cultures d'amorce des BL sélectionnées ou leurs mélanges ont amélioré les caractéristiques sensorielles du *gari* inoculé (Tableau 1) ainsi que le rendement commercial [18]. Lactobacillus fermentum (G2/10)- *gari* fortifié a été le plus apprécié (Tableau 1)

Le *gari* ordinaire est fermenté pendant 36-48h en République du Bénin [18] et pendant 96h au Nigéria [10]. Les études précédentes menées par Egounlety *et autres* [19] ont indiqué que la fermentation spontanée de la pâte de manioc fortifiée avec de l'huile de palme et/ou du soja

réduisait la durée de fermentation de moitié, par exemple de 36-48 h à 18-24 h. La même tendance a été signalée par Ofuya et Najiofor [10]. Pendant la production du *gari* au moyen du Gastat, une culture d'amorce du *gari*. Comparée à la production du *gari* non fortifié et non inoculé, le nouveau paquet technologique élaboré dans cette étude a produit quatre fois plus de *gari* nutritif pendant la période normale (48h) de fermentation que la production du *gari* ordinaire. Le revenu des femmes s'est également amélioré avec le paquet novateur [19]

Tableau 1. Caractéristiques sensorielles du *gari* non inoculé et du *gari* inoculé fortifié avec de l'huile de palme et du soja

Aliment	Couleur	Arôme	Goût	Granulométrie	Global Acceptabilité
Gari (Témoin) non inoculé fortifié avec de l'huile de palme et du soja	5,00^{a}	5,00^{a}	5,00^{a}	5,00^{a}	5,00^{a}
G2/25-*Gari fortifié* avec de l'*huile de palme et du soja*	*6,08*^{a}	*6,03*^{a}	*6,49*^{a}	*6,31*^{a}	*6,71*^{a}
VE36- *Gari fortifié* avec de l'*huile de palme et du soja*	*5,60*^{a}	*5,77*^{a}	*6,31*^{a}	*6,03*^{a}	*6,31*^{a}
G2/10- *Gari fortifié* avec de l'*huile de palme et du soja*	*6,46*^{a}	*6,20*^{a}	*7,06*^{b}	*6,06*^{a}	*6,86*^{a}
Lc_{11}- *Gari fortifié* avec de l'*huile de palme et du soja*	*5,51*^{a}	*5,08*^{a}	*5,49*^{a}	*5,71*^{a}	*5,91*^{a}
Moyenne pour le *gari inoculé*	*5,91*	*5,77*	*6,34*	*6,03*	*6,45*

. G2/25 : *Lactobacillus plantarum*
. G2/10 : *Lactobacillus fermentum*
. VE36 : *Lactobacillus plantarum*
. Lc_{11} : *Weissella paramesenteroides*

. Les moyennes pour chaque attribut suivi de la même lettre ne présentent pas de différences significatives au niveau de 5%.
. Des valeurs plus élevées indiquent une préférence plus forte

4 CONCLUSIONS

La présente étude a démontré que l'utilisation des cultures d'amorce appropriées dans un environnement de traitement de la fermentation alimentaire conforme aux normes HACCP réduisait énormément la durée de fermentation contribuant à la sécurité alimentaire en Afrique ainsi qu'elle assure la sécurité et la qualité d'un aliment qui satisfait aux conditions requises pour les marchés extérieurs. Le développement des pays africains repose principalement sur leurs capacités de production et de transformation de leurs ressources en matières premières non seulement pour le bien-être de leur population, mais également pour obtenir des devises étrangères grâce à l'exportation des excédents de leur production et de leurs biens. Les stratégies d'industrialisation passées doivent être réexaminées. La création de petites et moyennes entreprises (PME) de production alimentaire conforme aux normes HACCP dans les zones de production élevée des cultures vivrières comme cela s'est fait dans le présent travail contribuera à l'émergence de nouveaux pôles de développement. Les Etats sont donc conviés à prendre des mesures incitatives et à créer des environnements socio-économiques et financiers favorables pour encourager ces entreprises.

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos remerciements les plus sincères à la Commission Européenne pour son appui financier apporté dans le cadre du programme INCO-DEV. La présente étude a été en partie réalisée au titre du projet relatif à l'Amélioration de la qualité et de l'état nutritionnel du *GARI* grâce à l'utilisation de cultures d'amorce et à la fortification avec le soja, l'huile de palme et le lait de coco (ICA4-CT-2002-10058). Le travail ne traduit pas forcément les points de vue de la Commission et n'anticipe nullement sa politique future dans ce domaine.

REFERENCES

[1] Odunfa SA: African Fermented Foods. From Arts to Science. In: Microbiology of fermented foods. Vol. 2, (BJB Wood, ed.) 1985. pp. 155-191. Elsevier Appl. Sci. Publ. London.).
[2] Egounlety M. Traditional Foods from Republic of Benin. In: Proceedings of the 1997 International Conference on Traditional Foods. (V. Prakash, ed.). 2000, CFRI, Mysore, India, March 6-8, 1997. pp.47-68.
[3] Okafor N. Microorganisms associated with cassava fermentation for garri production. J. Appl. Bacteriol. 42 (1977) 279-284.
[4] Okafor N. Processing of Nigerian indigenous

fermented foods- A chance for innovation. Nig. Food J. 1 (1983) 32-37.

[5] Eka OU. Effect of fermentation on the nutrient status of locust beans. Food Chem. (1980) 303-308.

[6] Achi OK Microorganisms associated with natural fermentation of prosopis African seeds for production of ‘Okpiya’. J. plant Foods Hum. Nutr. 42 (1992) 297-304.

[7]Hounhouigan DJ., Nout MJR., Nago MC., Houben JH., Rombouts FM. Changes in the physico-chemical properties of maize during natural fermentation of mawè. J. Cereal Sci. 17 (1993) 281-300.

[8] Nout MJR. Upgrading traditional biotechnological processes. IFS/UNU Workshop on Development ofindigenous Fermented Foods and Food Processing in Africa. Douala, Cameroun.October 1985.

[9]. Egounlety M. Contribution of traditional Food technologies to food security in Africa. In: Proceedings of the 1997 International Conference on Traditional Foods. (V. Prakash, ed.). 2000, CFRI, Mysore, India, March 6-8, 1997. pp.17-25.

[10] Ofuya CO, Najiofor CN. Development and evaluation of a starter culture for the industrial production of *gari.* J. Appl. Bacteriol. 66 (1989) 37-42.

[11] Sanni AI. The need for process optimization of African fermented foods and beverages. A review. Int. J. Food Microbiol. 18 (1993) 85-95.

[12] Kimaryo VM, Massawe GA, Olasupo, NA, Holzapfel WH. The use of starter culture in the fermentation of cassava for the production of ‘kivunde’, a traditional Tanzanian food product. *Int. J. Food Microbiol*.56 (2000) 179-190.

[13] Achi OK.. The potential of upgrading traditional fermented foods through biotechnology. A Review. *African J. Biotechnol. 4(5)(*2005) *375-380.*

[14] Kostinek M, Specht I, Edward VA, Pinto C, Egounlety M. Sossa C, Mbugua S, Dortu C, Thonart P, Taljaard L, Mengu M, Franz, CMAP, Holzapfel WH. Characterization and biochemical properties of predominant lactic acid bacteria from fermenting cassava for selection as starter cultures. Int. J. Food Microbiol. 114 (2007) 342-351.

[15] Nout MJR, Rombouts FM, Haveloap A Effect of accelerated natural lactic acd fermentation of infant food ingredients on some pathogenic microorganisms. Int. J. Food Microbiol. 8 (1989) 351-361.

[16] Larmond E. Laboratory methods for sensory evaluation of foods. Food Research Institute, Ottawa, Canada, Department of Agriculture. 1979. 74p.

[17]Holzapfel WH. Appropriate starter culture technologies for small-scale fermentation in developing countries. Int. J. Food Microbiol. 75 (2002) 197-212.

[18] Egounlety M. Improving the quality and nutritional status of garb through the use of starter cultures and fortification with soybean, palm oil and coconut milk. Fourth Annual Report , Garisecure Project (2006) 47p.

[19] Egounlety M, Fanou KL, Fagla B. Production, nutritive value and sensory properties of soy-and/or soy-palm oil fortified gari. Submtted for Publication in J. Food Composition and Analysis

Microbes in cassava fermentation – towards the improvement of attiéké quality and safety

Sabine KASTNER[1], Andres TSCHANNEN[2], Justine ASSANVO[2, 3], Georges N'Zi AGBO[3], Zakaria FARAH[1], Christophe LACROIX[1], Leo MEILE[1]

[1]Institute of Food Science and Nutrition, Laboratory of Food Biotechnology, ETHZ, 8092 Zürich, Switzerland

[2]Centre Suisse de Recherches Scientifiques, 01 BP 1303 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

[3]Laboratoire de Biochimie et Science des Aliments, Université de Cocody, UFR Biosciences, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

Attiéké is a fermented cassava product originating from Côte d'Ivoire. Its traditional small scale production requires the use of an inoculum of 3-day-old cassava tubers on which spontaneous microflora have developed. However, a standardized inoculum would greatly help to ensure productivity and food safety allowing to provide a high quality product for the steadily growing market. After the analysis and genotyping of microorganisms in more than 70 samples from 14 attiéké fermentations, the range of natural microflora occurring during processing of cassava into attiéké can now be given. Within the dominant microbial groups, namely lactic acid bacteria (up to 10^{11} cfu/g), bacilli, and yeasts (both up to 10^5 cfu/g), molecular biology methods allowed a classification at genus or species level and showed the presence of *Bacillus subtilis* and several *Lactobacillus* spp. This identification is a prerequisite for the selection of competitive strains suitable for a future starter culture that would include bacteria other than the acidifying LAB. With regard to the desired technological properties of a standardized inoculum, pectin and cellulose degrading activities of *Bacillus* and yeast strains were assessed and the most active isolates selected for further characterization of the respective enzymes.

Keywords: traditional fermented food, cassava, lactic acid bacteria, enzymes, *Bacillus*, yeast

1 INTRODUCTION

Fermented foods made from different agricultural raw products are important diet components in many African regions [1]. In Côte d'Ivoire, attiéké is a staple food for an increasing number of people [2]. It is made from fermented, granulated, and finally steam-cooked cassava dough. However, traditional attiéké production with the aid of pre-fermented boiled or roasted cassava tubers has its limitations regarding productivity and hygienic standards. Since the pre-fermented inoculum is spontaneously colonized by a variety of microorganisms, the product contains unknown and potentially hazardous microflora as well as their metabolic products. Therefore, microbial key-players in the traditional process need to be identified. The focus lies on acidifying and enzyme producing strains, because pH lowering and the softening of cassava tissue are the two main features of attiéké fermentation. Better knowledge of the process could finally lead to the selection of a defined mixed starter culture for attiéké production with the same properties as the traditional inoculum.

2 EXPERIMENTAL

2.1 Isolation of microorganisms

Samples were collected several times in two successive years at 4 different attiéké production sites, mainly from 2 traditional producers from the Abidjan area. The samples were taken from fresh cassava, inoculum, and different stages of fermenting cassava dough in the course of attiéké production. 10 g of material were diluted with 90 ml peptone water (NaCl, 8.5 g/l, and peptone, 1 g/l) and homogenized in a stomacher (Colworth). Serial dilutions were prepared and spread on different agar plates for enumeration and selection of different microbial groups (LAB, bacilli, yeasts and moulds, enterococci). Different-looking colonies from high dilutions were picked, purified by repeated streaking on appropriate agar and stored before analysis in liquid culture with 30 % glycerol at –80 °C.

2.2 Identification of microflora

Colonies growing on MRS (Man Rogosa Sharp) agar were tentatively identified as LAB, colonies on KFS (Kenner Fecal Streptococcus) agar as enterococci, colonies on RBC (Rose Bengal Chloramphenicol) agar as moulds (mycelium producing) or yeasts, and colonies from pasteurized dilution series on PC (Plate Count) agar as *Bacillus* spp. Single colonies from all isolates were subjected to a heat treatment at 65 °C in lysis buffer (50 mM Tris Base, 1 mM EDTA, 0.5 % SDS, 0.2 mg/ml proteinase K, pH 8.5) to obtain DNA that could be amplified by PCR. Selective PCR primers for the detection of defined microbial genera and species were used to identify the isolates [3], [4], [5], [6]. Where applicable, PCR products were digested with restriction enzymes, and the resulting DNA fragments were visualized on agarose gels. As an example, the genus *Bacillus* was confirmed by PCR amplification of 16S rDNA with primers B-K1/F and B-K1/R1 [6], and the 16S rDNA of selected samples was sequenced. Additionally, the gene *gyr*A of confirmed *Bacillus* spp. was amplified with primers p-gyrA-f and p-gyrA-r [3] and the amplicon digested with restriction enzymes *Xmn*I and *Nco*I at 37°C.

2.3 Enzyme producing isolates

Bacillus, yeast and mould isolates were screened for the presence of cellulose and pectin degrading enzymes. To this purpose, agar plates were prepared containing 0.1 % yeast extract, agar (15 g/l), and cellulose or pectin (5 g/l). Growth of isolates on these plates was assessed, and the supernatant of liquid microbial cultures was applied to wells in the agar plates to test for enzymatic activity. The supernatant was left to diffuse into the agar for 2 days. Thereafter, Congo Red and CTAB (Cetyltrimethylammonium bromide) were used to stain the plates and visualize zones of cellulose and pectin degradation, respectively. Microbial isolates with visible enzymatic activity were used for *in vitro* cassava degradation tests adapted from [7]. Grated cassava was inoculated with a liquid culture of microorganisms and incubated for 3 days at 30 °C. Thereafter, samples of 10 g were taken and squeezed through a sieve. The drain weight of the remaining tissue was determined and compared to the drain weight of samples inoculated with an *E. coli* strain as negative control. Cell counts were determined before and after incubation.

3 RESULTS AND DISCUSSION

Previous works have shown the prevalence of LAB and their importance for cassava fermentation during attiéké production [2], [8]. In this study, LAB counted on MRS agar plates were by far the most dominant microorganisms, too (Fig. 1).

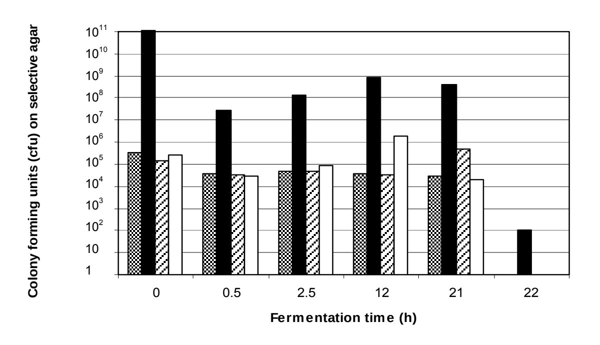


Figure 1: Cell counts of different microbial groups during a typical fermentation of cassava for attiéké production. t = 0: inoculum, t = 0.5 – 21: stages of cassava mash fermentation, t = 22: attiéké. Cell count determined by spreading diluted samples on selective agar media: *Bacillus* spp.: pasteurized samples on PC agar, lactic acid bacteria: MRS agar, yeasts and moulds: RBC agar, enterococci: KFS agar.

The results of the molecular identification methods are still preliminary but can be summarized as follows: 98 % of presumptive bacilli could be confirmed by PCR at genus level, and even though they were not distinguishable on the basis of their 16S rDNA sequence only, restriction analysis of the *gyr*A gene lead to 5 clearly defined groups. All of them belong to the *B. subtilis* taxonomic cluster that includes also *B. licheniformis* (Fig. 2).

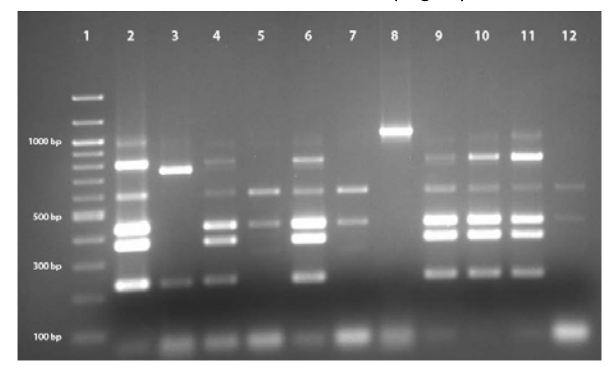


Figure 2: Fragments of gene *gyr*A from *Bacillus* species. PCR products were digested by restriction enzymes *Xmn*I and *Nco*I and visualized on a 0.8 % agarose gel. Lanes: 1 DNA ladder, 2 *B. subtilis* 168, 3 *B. licheniformis*, 4 – 12 *Bacillus* spp. isolated from fermenting cassava (4, 6, 9 – 11: *B. subtilis*, 8: presumptive *B. amyloliquefaciens*, 5, 7, 12: unknown *Bacillus* species).

Among KF isolates, 70 % enterococci were found, but also lactococci, staphylococci and other cocci. LAB from traditional fermentations showed a composition of 23 – 30 % lactobacilli (mainly *L. fermentum* and *L. plantarum*) accompanied by *Leuconostoc* spp., lactococci, and other coccus- and rod-shaped bacteria. Among yeast and mould isolates, extreme diversity was found and many isolates are so far unidentified.

10 – 15 % of yeasts, moulds and *Bacillus* spp. showed good degrading activity for both pectin and cellulose. The best were chosen for *in vitro* cassava degradation tests and it could be shown that they were able to soften cassava texture considerably within 3 days. After incubation with yeast isolate c4/3-3 or *Bacillus* isolate G2/1-3 (belonging to a so far unknown species closely related to *B. subtilis*), the drain weight of the cassava samples was 8 times reduced compared to cassava samples incubated with an *E. coli* strain. However, cassava incubated with yeast strain c4/3-3 developed a strong and undesirable smell of fermentation by-products.

4 CONCLUSIONS

Whereas identification protocols for microorganisms used to rely on phenotypic features, genomic approaches have shown their advantages in recent years. Species or even strains that cannot be distinguished at the phenotype level often exhibit different genetic features. For the selection of starter cultures that could replace or complement the traditional inoculum for attiéké production, a thorough identification and characterization of the strains is crucial. Strains that are closely related to potential pathogens or to producers of toxins and antinutritional compounds must not be taken into consideration. While the microbial quality of attiéké is usually good because most of the living organisms are destroyed during the final heating step, their metabolites might resist like certain known toxins.

The selection process for suitable enzyme producers was illustrated by the *in vitro* cassava degradation assay in this study: Even though the desired effect of tissue softening was achieved, the

yeast strain c4/3-3 had detrimental effects on the flavour of the product and is not eligible as starter culture. Hence, other strains that are not closely related to this yeast strain will be evaluated, and the enzymatic activity of strains like Bacillus G2/1-3 shall be characterized.

Further studies will continue the *in vitro* selection of suitable starter strains including LAB as in [9]. The next step will be the upscaling of the process and application of defined cultures for actual attiéké production. Moreover, the setting up of hygienic standards could restrict potentially hazardous microflora during processing and prevent recontamination of the steamed product. Along with further mechanization of the process, this could lead to a semi-industrial attiéké production that would not replace but complement the traditional small-scale production. The higher output of semi-industrial attiéké producing units would help to meet the demands of the growing Ivorian population, and standardized and up-to-date production methods could promote the product attiéké even on an international market.

REFERENCES

[1] Odunfa SA: African fermented foods: from art to science. MIRCEN J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 4 (1988) 259-273.

[2] Assanvo JB, Agbo GN, Behi YEN, Coulin P, Farah Z: Microflora of traditional starter made from cassava for "attiéké" production in Dabou (Côte d'Ivoire). Food Contr. 17 (2006) 37-41.

[3] Chun J, Bae KS: Phylogenetic analysis of *Bacillus subtilis* and related taxa based on partial *gyr*A gene sequences. Antonie Leeuwenhoek 78 (2000) 123-127.

[4] Dubernet S, Desmasures N, Guéguen M: A PCR-based method for identification of lactobacilli at the genus level. FEMS Microbiol. Lett. 214 (2002) 271-275.

[5] Song YL, Kato N, Liu CX, Matsumiya Y, Kato H, Watanabe K: Rapid identification of 11 human intestinal *Lactobacillus* species by multiplex PCR assays using group- and species-specific primers derived from the 16S-23S rRNA intergenic spacer region and its flanking 23S rRNA. FEMS Microbiol. Lett. 187 (2000) 167-173.

[6] Wu XY, Walker MJ, Hornitzky M, Chin J: Development of a group-specific PCR combined with ARDRA for the identification of *Bacillus* species of environmental significance. J. Microbiol. Meth. 64 (2006) 107-119.

[7] Amoa-Awua WKA, Jakobsen M: The role of *Bacillus* species in the fermentation of cassava. J. Appl. Bacteriol. 79 (1995) 250-256.

[8] Coulin P, Farah Z, Assanvo J, Spillmann H, Puhan Z: Characterisation of the microflora of attiéké, a fermented cassava product, during traditional small-scale preparation. Int. J. Food Microbiol. 106 (2006) 31-136.

[9] Coulin P: Optimierung der fermentativen Verarbeitung von Maniok zu Attiéké durch den Einsatz von Starterkulturen in einem standardisierten Herstellungsverfahren. Diss. Nr. 15473 (2004) ETH, Zürich.

Les microbes dans la fermentation du manioc – vers l'amélioration de la qualité et de la sécurité de l'attiéké

Sabine KASTNER[1], Andres TSCHANNEN[2], Justine ASSANVO[2, 3], Georges N'Zi AGBO[3], Zakaria FARAH[1], Christophe LACROIX[1], Leo MEILE[1]

[1]Institute of Food Science and Nutrition, Laboratory of Food Biotechnology, ETHZ, 8092 Zürich, Switzerland

[2]Centre Suisse de Recherches Scientifiques, 01 BP 1303 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

[3]Laboratoire de Biochimie et Science des Aliments, Université de Cocody, UFR Biosciences, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

L'attiéké, un produit fermenté dérivé du manioc, provient de la Côte d'Ivoire. Sa production traditionnelle à petite échelle nécessite l'utilisation d'un inoculum de tubercules de manioc de 3 jours sur lequel une flore microbienne spontanée s'est développée. Toutefois, un inoculum standardisé aiderait beaucoup à assurer la productivité et la sécurité alimentaire permettant de fournir un produit de qualité supérieure au marché qui connaît une croissance progressive. Après l'analyse et le génotypage des micro-organismes présents dans plus de 70 échantillons provenant de 14 fermentations d'attiéké, on est dorénavant en mesure de présenter la gamme de flore microbienne naturelle qui se développe au cours de la transformation du manioc en attiéké. Au sein des groupes microbiens dominants, notamment les bactéries lactiques (jusqu'à 10^{11} cfu/g), les bacilles et levures (toutes deux jusqu'à 10^5 cfu/g), les méthodes de la biologie moléculaire ont permis une classification au niveau genre ou espèce et démontré la présence de *Bacillus subtilis* et de plusieurs *Lactobacillus* spp. Cette identification est une condition préalable pour la sélection de souches compétitives adaptées à une future culture de levain qui comprendrait des bactéries autres que le LAB acidifiant. Quant aux propriétés technologiques souhaitées d'un inoculum standardisé, les activités de décomposition de la pectine et de la cellulose du *Bacillus* et des souches de levure ont été évaluées et les isolats les plus actifs sélectionnés pour plus de caractérisation des enzymes respectives.

Mots clés : aliment fermenté traditionnel, manioc, bactéries lactiques, enzymes, *Bacillus*, levure

1 INTRODUCTION

Les aliments fermentés préparés à partir de divers produits agricoles crus constituent d'importants éléments du régime alimentaire dans de nombreuses régions d'Afrique [1]. En Côte d'Ivoire, l'attiéké est un aliment de base pour un nombre croissant de personnes [2]. Il est préparé à partir d'une pâte de manioc fermentée, granulée et enfin cuite à la vapeur. Toutefois, la production traditionnelle d'attiéké à l'aide de tubercules de manioc pré-fermentés, bouillis ou rouis a ses inconvénients en ce qui concerne la productivité et les normes sanitaires. Dans la mesure où l'inoculum pré-fermenté est spontanément colonisé par une variété de micro-organismes, le produit contient une flore microbienne inconnue et potentiellement dangereuse ainsi que leurs produits métaboliques. En conséquence, les acteurs microbiens clés dans le procédé traditionnel doivent être identifiés. L'étude traite essentiellement des souches acidifiantes et productrices d'enzymes, parce que la réduction du pH et le ramollissement du tissu du manioc représentent les deux principales caractéristiques de la fermentation d'attiéké. Mieux connaître le processus pourrait en fin de compte aboutir à la sélection d'une culture de levain mixte définie pour la production d'attiéké avec les mêmes propriétés que l'inoculum traditionnel.

2 EXPERIMENTAL

2.1 Isolation des micro-organismes

Des échantillons ont été prélevés plusieurs fois pendant deux années successives sur quatre différents sites de production d'attiéké, surtout auprès de deux producteurs traditionnels de la zone d'Abidjan. Les échantillons ont été pris sur du manioc frais, de l'inoculum et de la pâte de manioc en fermentation à diverses étapes au cours de la production d'attiéké. 10 g de matériel ont été dilués avec 90 ml d'eau peptonée (NaCl, 8,5 g/l, et de la peptone, 1 g/l) et homogénéisé dans un stomacher (Colworth). Des dilutions en série ont été préparées et étalées sur différentes plaques à la gélose aux fins d'énumération et de sélection des différents groupes microbiens (LAB, bacilles, levures et moisissures, entérocoques). Des colonies d'apparence différente ont été prises des dilutions élevées, purifiées par repiquage répété sur la gélose appropriée et conservées avant analyse en milieu liquide de culture avec 30 % de glycérine à –80 °C.

2.2 Identification de la flore microbienne

Les colonies qui poussent sur la gélose MRS (Man Rogosa Sharp) ont été identifiées à titre provisoire comme étant des LAB, les colonies sur la gélose KFS (Kenner Fecal Streptococcus) comme étant des entérocoques, les colonies sur la gélose RBC (Rose Bengal Chloramphenicol) comme étant des moisissures (qui produit du mycelium) ou des levures, et les colonies issues de la dilution en série pasteurisée sur la gélose pour dénombrement sur plaque (numération sur plaques) comme étant *Bacillus* spp. Les colonies isolées de tous les isolats ont été soumis à un traitement à la chaleur à 65 °C dans un tampon de lyse (50 mM Tris Base, 1 mM EDTA, 0,5 % SDS, 0,2 mg/ml protéinase K, pH 8,5) afin d'obtenir un ADN qui pourrait être amplifié par PCR. Les amorces de sélection PCR pour la détection de genus et espèces microbiens ont été utilisées pour identifier les isolats [3], [4], [5], [6]. Le cas échéant, les produits PCR ont été digérés avec des enzymes de restrictions, et les fragments d'ADN qui en ont résulté ont été visualisés sur des gels d'agarose. Par exemple, la présence du genus *Bacillus* a été confirmé par amplification PCR d'ADNr 16S avec des amorces B-K1/F et B-K1/R1 [6], et l'ADNr 16S des échantillons choisis a été séquencé. Par ailleurs, le gène *gyr*A des *Bacillus* spp. confirmés a été amplifié avec des amorces p-gyrA-f et p-gyrA-r [3] et l'amplicon digéré avec des enzymes de restrictions *Xmn*I et *Nco*I à 37°C.

2.3 Enzyme produisant des isolats

Le *Bacillus*, la levure et des isolats de moisissure ont été examinés pour déceler la présence d'enzymes de désagrégation de cellulose et de pectine. A cette fin, des plaques de gélose ont été préparée contenant 0,1 % d'extrait de levure, de la gélose (15 g/l), et de la cellulose ou pectine (5 g/l). La prolifération d'isolats sur ces plaques a été évaluée, et le surnageant du milieu liquide de cultures microbiennes a été appliqué à des cupules dans les plaques à la gélose afin de faire une analyse pour déterminer la présence d'activité enzymatique. Le surnageant a été laissé afin qu'il se répande dans la gélose pendant deux jours. Par la suite, du Rouge Congo et de la BCTA (bromure de cétyltriméthylammonium) ont été utilisés pour colorer les plaques et pour visualiser les zones de désagrégation de cellulose et de pectine, respectivement. Des isolats microbiens avec

activité enzymatique visible ont été utilisés pour faire des analyses *in vitro* adaptées de [7] pour déterminer la dégradation du manioc. Des micro-organismes d'un milieu liquide de culture ont été inoculés au manioc râpé qui est laissé en incubation pendant trois jours à 30 °C. Par la suite, des échantillons de 10 g ont été prélevés et pressés à travers un tamis. Le poids-drainage du tissu restant a été déterminé et comparé avec le poids-drainage des échantillons auxquels une souche de *coli E.* a été inoculée comme solution de contrôle négatif. Des numérations cellulaires ont été déterminées avant et après incubation.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

Des travaux précédents ont démontré la prédominance de LAB et leur importance pour la fermentation du manioc au cours de la production d'attiéké [2], [8]. Dans la présente étude, les LAB dénombrés sur les plaques à la gélose MRS étaient également de loin les micro-organismes les plus dominants (Fig. 1).

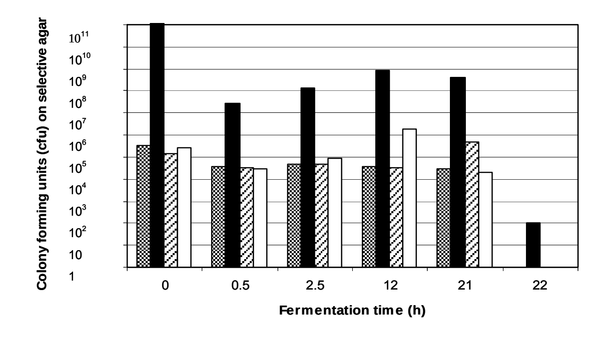


Figure 1: Cell counts of different microbial groups during a typical fermentation of cassava for attiéké production. t = 0: inoculum, t = 0.5 – 21: stages of cassava mash fermentation, t = 22: attiéké. Cell count determined by spreading diluted samples on selective agar media: *Bacillus* spp.: pasteurized samples on PC agar, lactic acid bacteria: MRS agar, yeasts and moulds: RBC agar, enterococci: KFS agar.

Les résultats des méthodes d'identification moléculaire sont encore préliminaires mais peuvent se résumer comme suit : 98 % des bacilles présumées pourraient être confirmés par PCR au niveau genus, et quoiqu'elles n'étaient pas reconnaissables sur la base de leur séquence ADNr 16S uniquement, l'analyse de restriction du gène *gyr*A aboutit à cinq groupes clairement définis. Ils appartiennent tous à la grappe taxonomique de *subtilis B.* qui comprend également des *licheniformis B.* (Fig. 2).

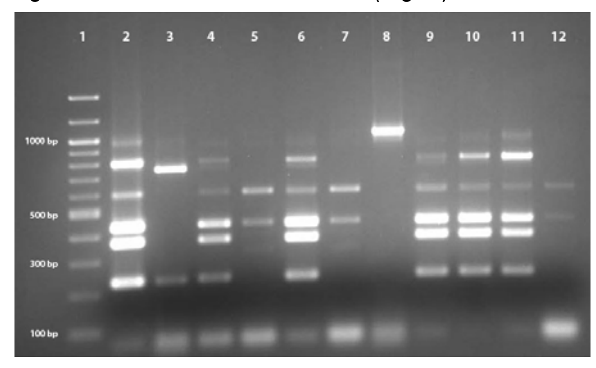


Figure 2: Fragments of gene *gyr*A from *Bacillus* species. PCR products were digested by restriction enzymes *Xmn*I and *Nco*I and visualized on a 0.8 % agarose gel. Lanes: 1 DNA ladder, 2 *B. subtilis* 168, 3 *B. licheniformis*, 4 – 12 *Bacillus* spp. isolated from fermenting cassava (4, 6, 9 – 11: *B. subtilis*, 8: presumptive *B. amyloliquefaciens*, 5, 7, 12: unknown *Bacillus* species).

Parmi les isolats KF, 70 % d'entérocoques ont été trouvées, mais également des lactocoques, des staphylocoques et d'autres coques. Les LAB issus des fermentations traditionnelles ont indiqué une composition de 23 – 30 % de lactobacilles (surtout *fermentum L.* et *plantarum*)*L.* accompagnés de *Leuconostoc* spp., de lactocoques, et d'autres coques- et des bactéries de forme allongée. Parmi les isolats de levure et de moisissure, une diversité extrême a été trouvée et de nombreux isolats sont identifié jusqu'à présent.

10 – 15 % de levures, de moisissures et de *Bacillus* spp. ont révélé une activité de décomposition pour la pectine et la cellulose. Les meilleures ont été choisies pour des analyses *in vitro* pour déterminer la dégradation du manioc et on pourrait démontrer qu'elles étaient capables de ramollir la texture du manioc de façon considérable en moins de trois jours. Après l'incubation avec l'isolat de levure c4/3-3 ou l'isolat de *Bacillus* G2/1-3 (appartenant à une espèce jusqu'à présent inconnue étroitement liée au *subtilis B.*), le poids-drainage des échantillons de manioc était 8 fois réduit comparé aux échantillons de manioc mis en incubation avec une souche de *coli E.* Cependant, le manioc mis en incubation avec la souche de levure c4/3-3 développé une odeur forte et indésirable des sous-produits de la fermentation.

4 CONCLUSIONS

Bien que les protocoles d'identification des micro-organismes dépendaient d'ordinaire des propriétés phénotypiques, des approches génomiques ont

démontré leurs avantages ces dernières années. Des espèces ou même des souches qui ne peuvent pas être distinguées au niveau des phénotypes présentent souvent des caractéristiques génétiques différentes. Pour le choix des cultures d'amorce qui pourraient remplacer ou compléter l'inoculum traditionnel pour la production d'attiéké, il est capital de procéder à une identification et caractérisation complètes des souches. Les souches qui ne sont pas étroitement liées à des pathogènes potentiels ou à des générateurs de toxines et de composés antinutritionnels ne doivent pas être prises en considération. Bien que la qualité microbienne de l'attiéké soit d'ordinaire bonne parce que la majeure partie des organismes vivants sont détruits durant l'étape finale de chauffage, il se peut que leurs métabolites résistent comme certaines toxines connues.

Le processus de sélection de générateurs d'enzymes a été illustré par le titrage *in vitro* de la dégradation du manioc dans la présente étude. Bien que l'effet souhaité de ramollissement du tissu fût obtenu, la souche de levure c4/3-3 a produit des effets adverses sur la saveur du produit et ne remplit pas les conditions requises pour servir de culture d'amorce. Donc, d'autres souches qui ne sont pas étroitement liées à cette souche de levure seront évaluées, et l'activité enzymatique des souches comme la Bacillus G2/1-3 doit être caractérisée.

Des études plus poussées vont continuer la sélection *in vitro* des souches d'amorce convenables, notamment les LAB comme dans [9]. L'étape suivante consistera à donner une dimension plus importante au processus et à l'application des cultures déterminées pour une vraie production d'attiéké. En outre, l'instauration de normes sanitaires pourrait limiter la flore microbienne potentiellement dangereuse durant la transformation et empêcher une nouvelle contamination du produit chauffé à la vapeur. Avec davantage de mécanisation du processus, cela pourrait entraîner une production semi-industrielle d'attiéké qui ne remplacerait pas, mais complèterait la production artisanale traditionnelle. Une production plus élevée des unités semi-industrielles de production d'attiéké permettrait de satisfaire les demandes de la population en pleine croissance, et des méthodes standardisées et les méthodes de production les plus récentes pourraient promouvoir l'attiéké même sur le marché international.

REFERENCES

[1] Odunfa SA: African fermented foods: from art to science. MIRCEN J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 4 (1988) 259-273.

[2] Assanvo JB, Agbo GN, Behi YEN, Coulin P, Farah Z: Microflora of traditional starter made from cassava for "attiéké" production in Dabou (Côte d'Ivoire). Food Contr. 17 (2006) 37-41.

[3] Chun J, Bae KS: Phylogenetic analysis of *Bacillus subtilis* and related taxa based on partial *gyr*A gene sequences. Antonie Leeuwenhoek 78 (2000) 123-127.

[4] Dubernet S, Desmasures N, Guéguen M: A PCR-based method for identification of lactobacilli at the genus level. FEMS Microbiol. Lett. 214 (2002) 271-275.

[5] Song YL, Kato N, Liu CX, Matsumiya Y, Kato H, Watanabe K: Rapid identification of 11 human intestinal *Lactobacillus* species by multiplex PCR assays using group- and species-specific primers derived from the 16S-23S rRNA intergenic spacer region and its flanking 23S rRNA. FEMS Microbiol. Lett. 187 (2000) 167-173.

[6] Wu XY, Walker MJ, Hornitzky M, Chin J: Development of a group-specific PCR combined with ARDRA for the identification of *Bacillus* species of environmental significance. J. Microbiol. Meth. 64 (2006) 107-119.

[7] Amoa-Awua WKA, Jakobsen M: The role of *Bacillus* species in the fermentation of cassava. J. Appl. Bacteriol. 79 (1995) 250-256.

[8] Coulin P, Farah Z, Assanvo J, Spillmann H, Puhan Z: Characterisation of the microflora of attiéké, a fermented cassava product, during traditional small-scale preparation. Int. J. Food Microbiol. 106 (2006) 31-136.

[9] Coulin P: Optimierung der fermentativen Verarbeitung von Maniok zu Attiéké durch den Einsatz von Starterkulturen in einem standardisierten Herstellungsverfahren. Diss. Nr. 15473 (2004) ETH, Zürich.

Etudes physico-chimique et microbiologique de la pâte de manioc au cours de sa conservation

Physico-chemical and microbiological studies of mashed cassava (Manihot esculenta Crantz) during conservation

KAKOU, A. C.[1,*] , KOUSSEMON, M.[1], KOFFI, R. N.[1], TOKA, M.[1], GUEDE-GUINA, F.[2], DOSSO, M.[3], ZINSSTAG, J[4]., AGBASSI, B, R[5].

[1] : Université d'Abobo-Adjamé, UFR-STA, 02 BP 801 Abidjan 02.
[2] : Université de Cocody, UFR Biosciences, 22 BP 582 Abidjan 22.
[3] : Institut Pasteur de Côte d'Ivoire.
[4] : Centre suisse de recherche scientifique.
[5] : Winrock International

Le manioc constitue la deuxième culture vivrière ivoirienne après l'igname et avant la banane plantain. La totalité de sa production est destinée à la consommation nationale. Progressivement, le manioc devient l'aliment de base de la population ivoirienne toujours grandissante et sa production tend à se généraliser et à s'intensifier. Cependant, le problème majeur lié à cet intérêt alimentaire accordé au manioc est sa conservation qui ne peut durer que sept jours et les pertes importantes de sa récolte qui atteignent les 30 % de sa production. Pour toutes ces raisons, nous avons expérimenté une méthode de conservation longue durée du manioc sous forme de pâte fraîche. Les analyses physico-chimiques (pH, acide lactique, acide cyanhydrique) et microbiologique ont permis de porter le temps de conservation à dix semaines avec une qualité microbiologique satisfaisante.

Mots clés : Pâte de manioc, conservation, qualité satisfaisante.

INTRODUCTION

Le manioc constitue la deuxième culture vivrière ivoirienne après l'igname et avant la banane plantain.

La totalité de sa production est destinée à la consommation nationale. Progressivement, le manioc devient l'aliment de base de la population ivoirienne toujours grandissante et sa production tend à se généraliser et à s'intensifier.

Cependant, le problème majeur lié à cet intérêt alimentaire accordé au manioc est sa conservation qui ne peut durer que sept jours [5] et les pertes importantes de sa récolte qui atteignent les 30 % de sa production.

Pire, les produits dérivés tels que les pâtes fermentescibles à usage *d'Attiéké* et de *Placali* sont encore plus fragiles et de conservation délicate.

Les paysans sont alors confrontés à d'énormes difficultés pour conserver les tubercules de manioc récoltés sous forme fraîche pendant plus de 3 à 5 jours, faute de moyens techniques de conservation appropriés et efficaces.

Les techniques traditionnelles de conservation pratiquées montrent très vite leur limite.

Pour toutes ces raisons, une méthode de conservation longue durée de la pâte de manioc a été expérimentée. Cette méthode a consisté à conserver la pâte de manioc non fermentée et pressée dans des seaux munis de couvercles puis à les stocker à la température ambiante sous abri.

1. MATÉRIEL ET METHODES

1.1 Matériel

La variété végétale de manioc utilisée est la variété amère communément appelée IAC. Une tonne de tubercules frais âgés de 12 à 14 mois a été récoltée dans une plantation traditionnelle située à 2 Km de la ville de Bingerville.

1.2 Méthodes

1.2.1 Echantillonnage

Les tubercules frais ont été épluchés, lavés à l'eau propre, découpés en petits morceaux et broyés dans un broyeur à marteaux.

La pâte ainsi obtenue a été divisée en deux parties.

* Auteur correspondant : kakoucelah@yahoo.fr

La première a été délayée dans 10 % d'eau pour obtenir la pâte lavée (L) et la deuxième qui n'a pas été délayée a constitué la pâte non lavée (NL). Ces deux pâtes ont été pressées (à 52 % de matière sèche) et mises en sachets stériles à l'intérieur des seaux de 5 litres munis de couvercles, à raison de
5 Kg de pâte par seau. Ces seaux ont été hermétiquement fermés et stockés à la température ambiante (30 à 31 °C) sous abri. Nous avons au total 30 seaux de pâte non lavée et 30 seaux de pâte lavée, tous réalisés le même jour. Les analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été effectuées chaque semaine, pendant 10 semaines qui est la durée maximale de l'expérimentation. Nous avons travaillé avec 60 femmes pour la réalisation des conserves de pâtes.

1.2.2 Analyses physico-chimiques

1.2.2.1 Mesure du pH

Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre de type Metrohom AG 604 par lecture directe.

1.2.2.2 Dosage de l'acide lactique

L'acide lactique a été dosé par le procédé à l'indicateur coloré qui consiste à mesurer directement l'acidité titrable d'un produit avec une solution d'hydroxyde de sodium NaOH à 0.1 N.

1.2.2.3 Dosage de l'acide cyanhydrique

Le dosage de l'acide cyanhydrique a été réalisé selon la méthode de la FAO (1956) qui consiste à former un complexe de cyanure d'argent avec les ions CN^- et Ag^+.

1.2.3 Analyses Microbiologiques

Des études microbiologiques ont été faites au niveau de la flore habituelle de fermentation et aussi au niveau de la flore de contamination. Nous avons fait le dénombrement et la recherche : des germes Aérobies mésophiles, des anaérobies sulfito-réducteurs, des coliformes totaux, des coliformes thermotolérants, de *staphylococcus aureus*, des lactobacillus, des levures et les moisissures, des salmonelles.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1 Etudes physico-chimiques

2.1.1 Le pH

Le pH du début de conservation est de 6,02 pour la pâte (L) et de 5,90 pour la pâte (NL) (figure 1). Après une semaine de conservation, le pH des pâtes chute à 3,82 pour la pâte (NL) et à 3,9 pour la pâte (L). Ce pH reste stable tout au long de la conservation. Cette stabilisation autour de pH 4 améliore la conservation. La baisse du pH au cours de la fermentation du manioc a été déjà étudiée (2,3). Le pH du manioc frais varie de 5,9 à 6,02.

2.1.2 Evolution du taux d'acide lactique

Il y a au cours de la conservation de la pâte de manioc une augmentation de la production d'acide lactique dans les deux pâtes (figure 2).

Cette acidification résulte de l'activité des microorganismes et des enzymes. Ces microorganismes utilisent les sucres fermentescibles pour produire de l'acide lactique. Ces sucres proviennent de l'hydrolyse de l'amidon et aussi de l'hydrolyse de la Linamarine.

La valeur de 0,36 g/100 g de MF obtenue dans la pâte fraîche a été déjà observée lors de la fermentation du manioc [4], [5], [6].

En effet, c'est la production de l'acide lactique qui fait baisser le pH. Il y a une différence au niveau de la production d'acide lactique dans les pâtes de manioc.

2.1.3 Evolution de l'acide cyanhydrique

Le taux d'acide cyanhydrique est de 75 mg/Kg de MF dans la pâte (NL) et de 60 mg/Kg de MF dans la pâte (L) (figure 3). Ce taux diminue à 30 mg/Kg dans la pâte (NL) à 40 mg/Kg dans la pâte (L) au cours des deux premières semaines. A partir de deux semaines, le taux d'acide cyanhydrique se stabilise dans les pâtes.

La baisse de l'acide cyanhydrique se traduit par l'hydrolyse du composé cyanogénétique, qui se déroule pendant les premières semaines de la conservation.

La stabilisation du taux d'acide cyanhydrique est liée à la stabilisation du pH autour de pH 4 qui inhibe l'action de l'enzyme (linamarinase) responsable de la détoxification du manioc.

Le lavage de la pâte a permis de baisser le taux d'acide cyanhydrique [4].

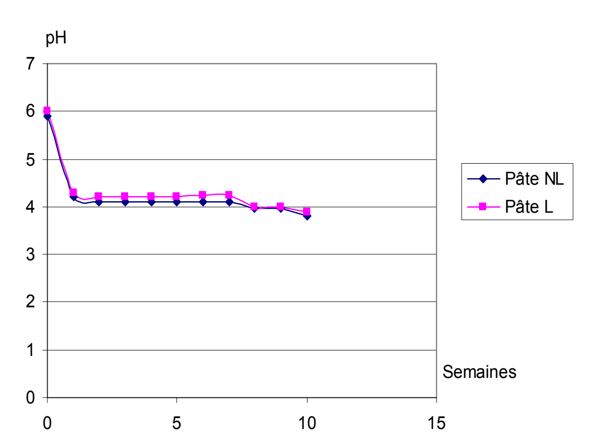


Figure 1 : Evolution du pH des pâtes NL et L au cours de la conservation

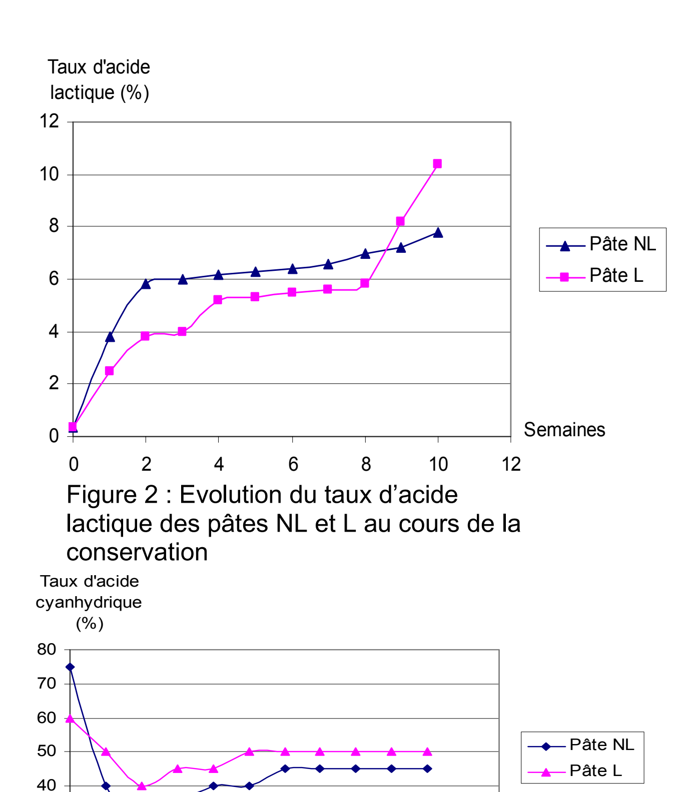


Figure 2 : Evolution du taux d'acide lactique des pâtes NL et L au cours de la conservation

Figure 3 : Evolution du taux d'acide cyanhydrique des pâtes NL et L au cours de la conservation

2.2. Evolution des microorganismes au cours de la conservation

Avant la conservation, la charge des germes aérobies est de 6. 10^7 germes/g dans la pâte lavée (L) et 9.10^7 dans la pâte non lavée (NL). Ce taux tombe en dessous de 10^5 germes/g au cours de la conservation (Tableaux I et II). Les coliformes totaux et thermotolérants, les anaérobies sulfito-réducteurs disparaissent dès la première semaine. Il y a absence de *Staphylococcus aureus*, de Moisissures et de Salmonelles dans les pâtes.

La croissance de Lactobacilles est variable au cours de la conservation.

Les Levures disparaissent après deux semaines.

Tableau I : Evolution de la flore microbienne de la pâte de manioc lavée (L) au cours de la conservation

Germes/g **Semaines**	*GAM*	*CT*	*CTH*	*ASR*	*STAPH*	*LACTO*	*L*	*M*	*SALM*
0	$5,9.10^7$	9.10^3	3.10^3	10	0	10^5	3.10^6	0	0
1	4.10^7	0	0	0	0	6.10^6	2.10^4	0	0
2	3.10^6	0	0	0	0	4.10^6	0	0	0
3	6.10^5	0	0	0	0	5.10^5	0	0	0
4	3.10^4	0	0	0	0	2.10^4	0	0	0
5	2.10^4	0	0	0	0	7.10^4	0	0	0
6	6.10^4	0	0	0	0	8.10^5	0	0	0
7	4.10^2	0	0	0	0	2.10^6	0	0	0
8	10^3	0	0	0	0	5.10^5	0	0	0
9	9.10^3	0	0	0	0	6.10^5	0	0	0
10	4.10^3	0	0	0	0	4.10^5	0	0	0

Tableau II : Evolution de la flore microbienne de la pâte de manioc non lavée (NL) au cours de la conservation

Germes/g Semaines	GAM	CT	CTH	ASR	STAPH	LACTO	L	M	SALM
0	$9,6.10^7$	$1,1.10^4$	10^4	10	0	2.10^5	5.10^6	0	0
1	8.10^7	0	0	0	0	3.10^6	10^4	0	0
2	7.10^6	0	0	0	0	2.10^6	10^2	0	0
3	8.10^5	0	0	0	0	2.10^4	0	0	0
4	2.10^6	0	0	0	0	9.10^4	0	0	0
5	6.10^4	0	0	0	0	8.10^4	0	0	0
6	2.10^4	0	0	0	0	6.10^4	0	0	0
7	2.10^2	0	0	0	0	5.10^3	0	0	0
8	10^4	0	0	0	0	3.10^2	0	0	0
9	9.10^3	0	0	0	0	2.10^4	0	0	0
10	7.10^2	0	0	0	0	2.10^6	0	0	0

GAM : Germes aérobies mésophiles
CT : Coliformes totaux
ASR : Anaérobies sulfito-réducteurs
CTH : Coliformes thermotolérants
STAPH : *Staphylococcus aureus*

LACTO : Lactobacillus
L : Levures
M : Moisissures
SALM : Salmonelles

3. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La méthode nous a permis de conserver la pâte de manioc pendant dix semaines avec une qualité microbiologique satisfaisante grâce à une acidification lactique constante (pH = 4).
Le lavage de la pâte de manioc avant la conservation a conduit à une réduction de la charge des microorganismes et du taux d'acide cyanhydrique dans la pâte (L) par rapport à la pâte (NL). La méthode de conservation des pâtes de manioc dans les seaux est une technique simple, utilisable par les communautés urbaines et rurales pourvu qu'elle soit vulgarisée car elle permettrait :

- de faciliter le transport du manioc pour le ravitaillement des centres urbains par les fermes et les villages producteurs ;
- de favoriser la création d'un circuit industriel de commercialisation du manioc pour créer une source de revenu supplémentaire pour les femmes.

En perspective, la vulgarisation de cette méthode sera envisagée pour permettre aux femmes de sortir de la pauvreté. Le dénombrement ou l'identification de toutes les bactéries lactiques, l'étude des acides aminés, des acides organiques et des différents sucres réducteurs donneront la qualité alimentaire des pâtes et des aliments issus de celles-ci.

REFERENCES

1 KAKOU, A. C., (1994).
Etude des conditions d'une meilleure conservation durable de la pâte de manioc (*Manihot esculenta, Crantz*), pour des aliments plus acceptables.
DEA de Biotechnologie et Sciences des Aliments, FAST, Université Nationale de Côte d'Ivoire, p. 30.
2 KAKOU, A. C., TOKA, D. M., GUEDE GUINA, F. (1998).
Amélioration du temps de conservation du manioc par fermentation en silo. *ABM* 3 (2), 68-74.
3 KAKOU, A. C., (2000).

Optimisation des conditions d'application d'une méthode de conservation longue durée de la pâte de manioc (*Manihot esculenta Crantz*) en vue d'améliorer la qualité alimentaire de l'attiéké et du placali. Thèse de Doctorat 3ème cycle en Biochimie-Microbiologie, n° 331. Université de Cocody (Côte d'Ivoire), 123 p.
4 KAKOU, A. C., KOUAME, F., GUEDE GUINA F., DOSSO, M., KAMENAN A. (2004).
Etude microbiologique de la pâte de manioc (*Manihot esculenta Crantz*) au cours de sa conservation. Microb. Hyg. Alim. Vol. 16, N° 46, 63-67.
5 SYLVESTRE, P. et ARRAUDEAU, M., (1983).
Le manioc. Edition GP. Maisonneuve et Larose, Paris : p. 263..
6 TOKA, D. M., (1998).
Conservation longue durée des pâtes de manioc (*Manihot esculenta, Crantz*) pour la préparation du placali et de l'attiéké. Etude de leur composition physico-chimique et microbiologique. Thèse de Doctorat 3ème cycle, FAST, université de Cocody, Côte d'Ivoire, n° 284 ; p.104.

Dégradation de la teneur en acide cyanhydrique au cours de la transformation du manioc et qualité microbiologique de l'Attiéké

Deterioration of cyanhydric acid content during cassava processing and microbiological quality of Attiéké

L. BAN KOFFI[1], C. EBAH DJEDJI[1], A. KAMENAN[2]

1- Centre National de Recherche Agronomique, Station de Recherches Technologiques 08 BP 881 Abidjan 08 Côte d'Ivoire. E- mail : bomohebah@yahoo.fr
2 – Unité de Formation et de Recherche en Sciences et Technologies des Aliments, Université d'Abobo-Adjamé, 02 BP 801 Abidjan 02 Côte d'Ivoire.

Résumé

Des analyses ont été effectuées tout au long de la chaîne de production et de commercialisation de différents types d'attiékés pour en déterminer la teneur en acide cyanhydrique résiduel et leur qualité microbiologique. Ces analyses ont montré que la teneur en acide cyanhydrique (substance toxique) est inégalement repartie dans les différentes parties du tubercule. En effet, le taux d'acide cyanhydrique contenu dans le tubercule entier du manioc est de 1,89 mg/kg. Les épluchures en contiennent 3,78 mg / kg, alors que la pulpe n'en contient que 0,54 mg / kg d'HCN. Ce composé ne se trouve qu'à des taux irréductibles dans le produit fini. Il a été également montré que la qualité microbiologique de l'attiéké est fonction des conditions de manipulation, d'emballage et commercialisation de ce dernier. L'attiéké conditionné à chaud dans des emballages en plastiques présente une bonne qualité microbiologique contrairement à celui distribué sur les marchés qui contient des germes aérobies mésophiles (17.10 germes/kg), des coliformes totaux (37.10 germes/kg) et des coliformes thermotolérants (16.10 germes/kg).

Mots Clés : Manioc, Attiéké, Acide cyanhydrique, qualité microbiologique, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

L'attiéké est un aliment typiquement ivoirien, préparé à partir du manioc, jadis fabriqué et consommé par les peuples lagunaires de côte d'ivoire. De nos jour ce met est préparé et consommé sur tout l'étendu du territoire national. La variété IAC utilisée contient de l'acide cyanhydrique principalement localisé dans la pelure et la couche corticale extérieure [4 ;12 ;1];. Cet acide est également présent dans la pulpe de manioc sous forme de glycoside cyanhogénique. Le traitement technologique du tubercule et l'action des microorganismes lors de la fermentation entraînent la libération et la diffusion de cet acide dans le produit préparé. Par ailleurs, l'attiéké se prépare de façon générale dans des conditions d'hygiène précaire. Le produit est donc susceptible d'être contaminé et souillé dans la chaîne, allant de la production à la distribution en passant par le conditionnement. Afin, de garantir un produit sain, il est utile de s'assurer que le produit fini ne contient pas d'acide cyanhydrique et possède une qualité microbiologique satisfaisante.

2 MATERIEL ET METHODES

2 1 Matériel végétal

Le matériel est constitué de tubercules de manioc de la variété « IAC » récoltées dans des plantations de manioc situées dans la banlieue d'Abidjan et d'attiéké obtenus de la transformation de tubercules.,Trois lots d'attiéké ont été analysés afin de déterminer la qualité microbiologique. Le premier et le deuxième lot d'échantillons sont constitués d'attieké « Ebrié » préparé par une coopérative de productrices d'attiéké dont la production est immédiatement ensachée à chaud. Le troisième lot est constitué d'attiéké de provenance et de temps de conservation indéterminé et acheté chez trente (30) vendeuses choisies de façon aléatoire installées sur les marchés d'Abidjan.

2 2 Méthodes

Analyses chimiques

Les teneurs en acide cyanhydrique, ont été effectuées sur les épluchures, la pulpe entière, la pulpe broyée, le jus de pressage et de fermentation, les grains de semoulage et enfin sur l'attiéké produit (figure 1). Le dosage de l'acide cyanhydrique a été effectué selon la méthode alcaline de titration [10].

Analyses microbiologiques La flore microbienne associée à l'attieké a été déterminée sur trois types d'échantillons (E_1, E_2 et E_3). Deux lots de 30 échantillons ''d'attiéké Ebrié'' ont été prélevés dès la cuisson. Le premier lot d'échantillons (E1) a été placé dans des sachets stériles en plastique et conservés dans des glacières à 4 °C. Le second lot d'échantillons d'attiéké (E_2) a également été placé dans des sachets stériles en plastique à température ambiante (26-27 °C) au laboratoire et analysés après 72 h. Le troisième lot de 30 échantillons d'attiéké (E_3) a été collecté chez 30 vendeuses. Ces échantillons ont été recueillis dans les conditions courantes de vente (malaxage à la main, service et emballage dans des feuilles de *Thaumatoccocus danielli*, Marantaceae), connues en Côte d'Ivoire sous le nom de «feuille d'attiéké». Les analyses microbiologiques effectuées ont porté sur La recherche et le dénombrement des germes totaux aérobies, les Coliformes totaux ou coliformes à 37°C, Coliformes fécaux ou coliformes thermotolérants, les *Coliformes* fécaux, les *Escherichia coli*, les *Clostridium perfringens, l*es staphylocoques coagulase + et les *Bacillus cereus.* La recherche de pathogènes a porté sur la présence ou non de *Salmonella*, de *Shigella* et de *Listeria monocytogenes* dans un échantillon de 25 g d'attiéké.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

Les teneurs en acide cyanhydrique du tubercule de manioc, des épluchures, de la pulpe, de la pulpe broyée, du jus issue du pressage et de la fermentation, des grains de semoulage et de l'attiéké sont représentées dans le tableau 1. Les épluchures renferment la plus grande teneur en acide cyanhydrique (3 ,78 mg. kg^{-1}) suivie de la racine entière (1,89 mg. kg^{-1}), du jus de pressage et de fermentation (0,81 mg. kg^{-1}), de la pulpe entière ou broyée (0,54 mg. kg^{-1}), du grain de semoulage (0,27 mg. kg^{-1}). Enfin des traces de HCN sont observées dans le produit final qui est l'attiéké. La teneur en acide cyanhydrique que renferment les épluchures est en accord avec les résultats de [4 ; 12 ; 2]. Ils rapportent également des baisses de la teneur en acide cyanhydrique de 20 à 25 % après épluchage. Aussi, [6 ; 4 ; 11].indiquent que le broyage participe à la destruction des tissus cellulaires qui renferment les glucosides cyanogénétiques. Cela corrobore les résultats obtenus par [8] qui montrent que sous l'action d'une enzyme endogène, la linamarase, les glucosides cyanogénétiques telles que la linamarine et la lotaustraline libérées par broyage, sont hydrolysées en acide cyanhydrique permettant ainsi leur élimination ultérieure par écoulement. Toujours selon [8] plus de 38 % de l'acide cyanhydrique sont ainsi libérés. Cela est confirmé par la teneur en acide cyanhydrique qui est de 0,81 mg kg^{-1} au moins du jus de pressage et de fermentation éliminé à cette étape de la fabrication de l'attiéké. Nos résultats montrent que, la teneur en acide cyanhydrique décroît au fur et à mesure du traitement technologique du tubercule pour être pratiquement inexistante dans le produit final. La fermentation libère également une partie de l'acide cyanhydrique dans le jus de pressage. Cette étape, associée à l'étape du pressage, contribue à faire baisser le taux d'acide cyanhydrique. En effet [4] a expliqué cette baisse de la teneur en acide cyanhydrique dans le cas de la transformation du manioc en gari. Selon cet auteur, après l'hydrolyse de l'amidon, le *Streptococcus faecium* contenu dans la flore microbienne associée à la pâte de manioc au cours de sa fermentation, intervient dans la dégradation et la fermentation du manioc. le *Streptococcus faecium* produit de l'acide lactique qui contribue à baisser le pH.[7] expliquent également que *Corynebacterium manihoti* et *Geotricum candida,* toujours dans la dégradation et la fermentation du manioc lors de sa transformation, dégrade l'amidon en acides organiques qui diminuent le pH. Cette baisse de pH favorise l'hydrolyse du glucoside cyanogénétique, par la linamarase, en acide cyanhydrique libre qui est éliminé par pressage. Le séchage participe également à l'élimination de l'acide cyanhydrique. Selon.[4], le séchage à 60 °C de la semoule entraîne une baisse de 93,8 % de la teneur en acide cyanhydrique de la semoule de manioc. Ainsi, le traitement technologique subi par le tubercule de manioc permet d'éliminer la presque totalité de l'acide cyanhydrique contenu dans l'attiéké. Ceci expliquerait les rares cas d'empoisonnement par l'acide cyanhydrique après la consommation de l'attiéké. Les résultats sur la qualité microbiologique de l'attiéké sont représentés dans le tableau 2. Les échantillons E_1 et E_2 ne renferment pas de germes aérobies mésophiles. On note également l'absence dans ces échantillons de coliformes totaux, de coliformes thermotolérants, de *Escherichia coli,* de *clostridium perfingens,* de *staphylococcus aureus*

coagulase + et de *bacillus cereus.* Cependant, les échantillons E_3 renferment de grandes quantités de germes aérobies mésophiles de l'ordre de 17.10^5 germes / g d'attiéké, de coliformes totaux à hauteur de 37.10^2 germes/g et enfin de coliformes thermotolérants (16.10^2 germes/g). L'on remarque, tout de même dans cet échantillon, l'absence de *Clostridium perfringens, de Staphylococcus aureus* coagulase + et de *Bacillus cereus*. Les trois échantillons (E_1, E_2, E_3) ne contiennent pas de pathogènes vrais tels que *Salmonelle, Listeria monocitogenes* et *Shigella*. Leur présence rendrait l'attiéké à priori impropre à la consommation.

L'absence de pathogènes vrais (*Salmonella, Shigella, Listeria monocytogenes*) permet d'affirmer que l'aspect qualitatif des échantillons est préservé malgré la charge microbienne relativement faible dans l'échantillon E_3. L'absence totale de germes dans les échantillons E_1 et E_2, s'explique par le fait que l'attiéké est conditionné à chaud dans des sachets qui sont immédiatement fermés. La présence de coliformes totaux, de coliformes thermotolérants et de germes aérobies mésophiles dans l'échantillon E_3 est due au fait que le produit, lors de sa vente, est exposé non seulement au milieu ambiant, mais trituré à la main au cours du service et placé dans des récipients ou des "feuilles d'attiéké" qui pourraient être chargés de micro-organismes. La prolifération de micro-organismes peut être favorisée par le taux d'humidité de l'attiéké. [1] a montré que le niveau de contamination de l'attiéké présentant une humidité faible (10 %) est inférieur à celui d'un attiéké ayant une teneur en humidité élevée (18 – 22 %). Quant aux Coliformes totaux encore appelés coliformes à 37°C, leur présence dans un aliment n'implique pas obligatoirement une contamination fécale, mais certainement un produit non hygiénique. Cependant, selon [5] l'absence de Coliformes totaux ne signifie pas nécessairement que l'aliment ne présente pas de dangers à la consommation. L'absence de coliformes fécaux dans les échantillons d'attiéké indique qu'ils peuvent être consommés sans risque majeur d'intoxication. Une précaution supplémentaire a conduit à la recherche d'*Escherichia coli* dans l'échantillon analysé. En effet, malgré la spécificité d'*Escherichia coli* vis-à-vis des matières fécales, certaines souches sont capables de se développer dans un environnement extra fécal. Des souches de ce type, appelées "souches d'entreprise" résultant d'un manque d'hygiène, sont occasionnellement isolées. L'absence de ce dernier dans les différents échantillons confirme bien que l'attiéké peut être aisément consommé sans risque particulier de d'intoxication. Cependant, se baser uniquement sur la recherche des Coliformes thermotolérants pour indiquer la salubrité d'un aliment peut induire en erreur car *Escherichia coli* est plus sensible aux traitements technologiques que certains pathogènes. Son absence dans un aliment ne garantit donc pas de façon formelle l'absolue salubrité de ce dernier. Par contre, sa présence indique un danger de pathogénicité d'origine fécale. L'absence de *Staphylocoques* et de *Clostridium perfringens* dans les trois échantillons indique qu'ils peuvent être consommés sans risque majeur d'intoxication.

4 CONCLUSION

La production de l'attiéké doit être suivie de façon minutieuse afin d'éliminer l'acide cyanhydrique dont la présence dans le tubercule de manioc en fait un aliment toxique. L'épluchage, le pressage, la fermentation et la cuisson permettent de réduire considérablement l'état de traces d'acide cyanhydrique. La qualité microbiologique de l'attiéké est bonne s'il est conditionné à chaud dans des emballages en plastique alimentaire et vendu sous cette forme. Cependant, tel que couramment vendu sur les marchés, l'attiéké peut être une source potentielle d'intoxication alimentaire si des précautions ne sont pas prises. De fréquents contrôles de salubrité tant au niveau environnemental qu'au niveau corporel doivent être effectués par les services compétents afin de garantir par la prévention, la qualité sanitaire de l'attiéké.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1-ABOUA (F.) 1992. Some biochemical and microbiological changes during deshydrated attieke storage. Food Chemistry, 47 : 395-397.

2-ABOUA (F.), (K.) KONAN, (A.) KOSSA, (A.) KAMENAN. 1989. Evolution des teneurs d'acide cyanhydrique et d'acide oxalique au cours de la transformation du manioc en attieké. Agron. Afr. 1(2) : 117-122.

3-AKINRELLE (I.A.). 1964. Fermentation of cassava. J. Sci Fd Agric. 15 : 589-594.

4-AKINRELLE (I.A.), OLATUNJI (F.O.). 1971. Industrial specifications for mechanized processing of cassava into gari. Nigeria Federal Institute on Industry Research, Technical Memorandum 26, 14 p.

5-BOURGEOIS (C.M.) et LEVEAU (J. Y.). 1988. La microflore aérobies mésophile. Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires, 3 : 139-140. Ed. Lavoisier, Paris.

6-BRUIJN (G. H.). 1971. A study on the cyanogenetic character of cassava Veeman and zonen, Wageningen.
7-COLLARD (P.), (S.) LEVI. 1959. A two stage fermentation of cassava. Nature, 183 (4661) : 620-621.
8-CONN (E. E.). 1969. Cyanogenic glycosides. J. Agric. Ed. Chem. 17: 519-526.
9-COOKE (R. S.) et (E. N.) Maduragwu. 1978. The effects of simple processing on the cyanide content of cassava chips. J. of Food Technol. 13: 299-306.
10-FAO. 1956. Acide cyanhydrique. Dosage utilisant la méthode alcaline de titrage, extrait du ''Traitement du manioc'', 84-85.
11-NARTEY (L.). 1993. Studies on cassava, Manihot utilissima Pohl : cyanogenesis : The biosynthesis of linamarin and lotaustralin in ethiolated seedlings. Phytochemistry, 7(8) : 1307-1312.
12-ODIGBOH (E. V.). 1976. A cassava puling machine : Development, Design and construction J. Agric., 21 : 361-369.

Chemical and organoleptic properties of *attoukpou* made from two cassava varieties Bonoua and IAC

Rose KOFFI NEVRY[1], Françoise KADIO,[1,3] Firmin ABOUA[2], Marina KOUSSEMON[1], Celah KAKOU[1]

[1] Microbiology Laboratory, UFR of Food Science and Technology, Abobo Adjamé University, Abidjan, Cote d'Ivoire, 02 BP 801 Abidjan 02
[2] Food Technology Laboratory, UFR of Food Science and Technology
[3] Sensory, food Formulation and Quality control Laboratory of the Ivorian Tropical Technology Society (I2T)

Chemical and organoleptic properties of attoukpou made from two cassava, (*Manihot esculenta* Crantz) varieties, Bonoua and IAC were studied. Attoukpou is the product obtained when cassava mashed is fermented and steam cooked as attieke. There are no significant differences in proteins, lipids and the mineral contents of Attoukpou made from two different varieties of cassava (Bonoua and IAC). It contained about 1.30 g/100g of protein, 0.2 to 0.3 g/100g fat and 9.4 to 11.7 mg/Kg of hydrocyanic acid for Bonoua and IAC varieties respectively. The pH is around 3.9.Both products are slightly mineralized.

.

Key words: *attoukpou*, *attieke*, steam cooked, cassava, cyanide

1 INTRODUCTION

Cassava is a food consumed in Côte d'Ivoire and other parts of Africa. Many foods such as *attiéké*, *placali*, *attoukpou* consumed in Côte d'Ivoire derived from the transformation of cassava [1]. According to the variety selected, cassava is combined with banana to obtain *foutou* or transformed in fermented products such as *attoukpou*, the subject of this study. *Attoukpou* is the product obtained when cassava is fermented and steam cooked as *attiéké* which is known in other parts of West Africa. However, *Attoukpou* differs from *attiéké* because the processing final is different and little is known of *attoukpou.* Thus, this study was undertaken to characterize the proximate composition of *attoukpou* from two commonly used varieties of cassava (*Bonoua* and *IAC*) in Côte d'Ivoire.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 Materials

Two cassava varieties were selected, *Bonoua* (Sweet variety) and IAC (bitter variety). *Attoukpou* fabrication on a pilot scale requires about 20 Kg of cassava roots. The roots were peeled, cut into pieces, washed and ground in a cassava grinder. The mashed was inoculated with 5% boiled cassava leaven and put in a big pan. The ground meal inoculated is then packed into corn bag and placed in fermented boxes about 2-3 days for fermentation. The fermented product is pressed to eliminate starch and more moisture containing the hydrocyanic acid. The meal is sufficiently fermented when the pH rich 4.0-4.5. The product obtained is then sieved to eliminate hard fibres and directly steam-cooked using circular moulds of 10 cm in diameter, to give the particular rounded cake form (1.5 cm thickness) called *attoukpou*.

2.2 Methode

Physico-chemical analysis

Dried weigh was determined by drying 5 g sample to constant weigh in an infrared dessicater (Mettler Lp16). pH was measured with a glass electrode pH meter; protein (Kjeldahl), fat (soxhlet); Hydrocyanic acid [2].

3 RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 show when comparing *attoukpou* made from the two varieties of cassava, only slight differences of components. There are no significant differences in proteins, lipids and the mineral contents (Ca, Iron, P). Both products are characterized by their low content of protein: 1.31 g/100g for *Bonoua* and 1.28 g/100g for IAC, but above the values found by Meuser and Smolnik [3] for *gari*, another cassava product and slightly below values for *attieke*, 1.45 g/100g. *Attoukpou* is also poor in other essential nutriments such as lipids; both products are poor in fat (0.2 and 0.3 g/100g respectively). These values come from the lower values of fresh cassava mashed: about 2.2 g/100g protein and 0.3 g/100g fat [4]. The pH values for both products are low (pH 3.8) as that found for *attieké* [5].

The cyanogen (HCN) content of *attoukpou* was 9.4 mg/Kg for *Bonoua* and 11.7mg Kg^{-1} for IAC varieties respectively. These values are still high, below the threshold of 10 mg Kg^{-1} set by FAO/WHO [6] for *attoukpou* obtained from *bonoua*, a sweeter variety, but above this limit for *attoukpou* made from IAC, a bitter variety. The cyanogen (HCN) content of *attoukpou* is above values for *attieke* (6.2 mg HCN/Kg). Both products are slightly mineralized; the mineral content such as iron is very low (traces); values for calcium are 22 and 24 g/100g and phosphorus 35.7 and 36.1 g/100g respectively for *Bonoua* and IAC varieties. These values are similar to those found by Aboua [1] for *attieke*.

Table 1. Composition of *attoukpou* from two varieties of cassava: *Bonoua* and IAC

Composition (g/100g dwb)	*Attiéké*	*Attoukpou* (Bonoua)	*Attoukpou* (IAC)
Dry matter	63.1 ± 2.4	59.6 ± 1.93	57.8 ± 3.32
pH	4.1 ± 0.3	3.8 ± 0.2	3.9 ± 0.3
Protein	1.45 ± 0.1	1.31± 0.0	1.28± 0.2
Fat	0.4 ± 0.18	0.2 ± 0.1	0.3 ± 0.25
HCN ($mgKg^{-1}$)	6.2 ± 0.1	9.4 ± 0.11	11.7 ±0.12
Iron	Traces	Traces	Traces
Ca	55	22	24
P	60	35.7	36.1

HCN= hydrogen cyanide

4 CONCLUSION

A slight change in proximate composition was observed between *attoukpou* from *Bonoua* and *IAC* cassava varieties. The cyanogenic acid is still above the threshold for *attoukpou* made from IAC variety, and *attoukpou* is still poor in nutriments such as protein and lipid.

REFERENCES

[1] Ngaba PR, Lee JJ: Fermentation of cassava (*Manihot esculenta Crantz*). Journal of Food Science 44 (1979) 1570-1577.

[2] FAO : Acide cyanhydrique dosage. (Méthode alcaline de titrage). In : traitement du manioc, (1956) 84-85. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

[3] Meuser F, Smolnik HD: Processing of cassava to gari and other foodstuffs. Starch, 32 (4) 1980 116-122.

[4] Aboua F: Optimum conditions for cooking attiéké. Tropical Science, 38 (1998) 1-4.

[5] Yao KJ, Koffi RA, Aboua F: Composition of dehydrated attieké powder. Tropical Science, 46 (4) (2006) 224-226.

[6] FAO/WHO: Codex Alimentarius Commission. Codex standard for edible cassava flour – African regional standard, Codex STAN (1992)176-1991. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Propriétés chimiques et organoleptiques de l'*attoukpou* préparé à partir deux variétés de manioc, Bonoua et IAC

Rose KOFFI NEVRY[1], Françoise KADIO,[1,3] Firmin ABOUA[2], Marina KOUSSEMON[1], Celah KAKOU[1]

[1] Laboratoire de microbiologie, UFR des Sciences et Technologies alimentaires
Université d'Abobo Adjamé , Abidjan, Côte d'Ivoire, 02 BP 801 Abidjan 02
[2] Laboratoire de technologie alimentaire, UFR des Sciences et Technologies alimentaires
[3] Formulation sensorielle des produits alimentaires et Laboratoire de contrôle qualité de la société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T)

Les propriétés chimiques et organoleptiques de l'attoukpou préparé à partir de deux variétés de manioc (*Manihot esculenta* Crantz), Bonoua et IAC, ont fait l'objet de la présente étude. L'*attoukpou* est le produit obtenu après fermentation de la pâte de manioc suivi d'une cuisson à la vapeur comme l'attiéké. Il n'existe aucune différence significative dans la teneur en protéines, en lipides et en éléments minéraux de l'*attoukpou* obtenu à partir des deux variétés de manioc (Bonoua et IAC). La teneur en protéines, lipides et acide cyanidrique est respectivement d'environ 1,30 g/100g, 0,2 à 0,3 g/100g et 9,4 à 11,7 mg/Kg pour les variétés Bonoua et IAC. Le pH se situe autour de 3,9. Les deux produits sont légèrement minéralisés.

Mots clés : *attoukpou*, *attiéké*, cuisson à la vapeur, manioc, cyanure

1 INTRODUCTION

Le manioc est un aliment consommé en Côte d'Ivoire et dans d'autres régions d'Afrique. De nombreux aliments consommés en Côte d'Ivoire, tels que l'*attiéké*, le *placali*, l'*attoukpou* , sont issus de la transformation du manioc [1]. Selon la variété choisie, le manioc est associé à la banane pour obtenir du *foutou* ou transformé en produits fermentés tels que l'*attoukpou*, le sujet de la présente étude. L'*attoukpou,* c'est le produit obtenu lorsque le manioc est fermenté et cuit à la vapeur comme l'*attiéké* qui est connu dans d'autres régions de l'Afrique de l'Ouest. L'*attoukpou* est toutefois différent de l'*attiéké* parce que les dernières étapes de la transformation sont différentes et l'on sait peu de choses sur l'*attoukpou.* En conséquence, la présente étude a été entreprise en vue de caractériser la composition physico-chimique de l'*attoukpou* préparé à partir de deux variétés de manioc (*Bonoua* et *IAC*) couramment utilisées en Côte d'Ivoire.

2 MATERIELS AND METHODES

2.1 Matériels

Deux variétés de manioc ont été sélectionnées, *Bonoua* (variété douce) et IAC (variété amère). La fabrication de l'a*ttoukpou* à une échelle réduite demande environ 20 Kg de racines de manioc. Les racines ont été épluchées, découpées en morceaux, lavées et broyées. La pâte obtenue a été inoculée avec environ 5% de levain de manioc bouilli et mise dans une grande bassine. Le broyat inoculé est ensuite emballé dans un sac de maïs et laissé en fermentation pendant environ 2-3 jours. Le produit fermenté est pressé en vue d'éliminer l'amidon et toute l'humidité contenant l'acide cyanhydrique. La pâte est assez fermentée lorsque le pH atteint 4,0-4,5. Le produit obtenu est ensuite tamisé afin d'éliminer les fibres cellulosiques. Puis il est directement cuit à la vapeur en utilisant des moules circulaires de 10 cm de diamètre, afin de produire la forme particulière de gâteau arrondi (1,5 cm d'épaisseur) appelée *attoukpou*.

2.2 Méthode

Analyse physico-chimique

Le poids sec a été déterminé en séchant 5 g d'échantillon au poids constant dans un dessiccateur à infrarouge (Mettler Lp16). Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre d'électrode de verre ; des protéines (Kjeldahl), les lipides (soxhlet) ; et l'acide cyanhydrique [2].

3 RESULTATS ET DISCUSSION

Le Tableau 1 n'indique que de légères différences de composition lorsque l'on compare l'*attoukpou* préparé à partir des deux variétés de manioc. On ne note aucune différence significative de teneur en protéines, en lipides et en éléments minéraux (Ca, Iron, P). Les deux produits se caractérisent par leur faible teneur en protéines : 1,31 g/100g pour *Bonoua* et 1,28 g/100g pour IAC, mais au-dessus des valeurs trouvées par Meuser et Smolnik [3] pour le *gari*, un autre produit dérivé du manioc et légèrement en dessous des valeurs de l'*attiéké*, 1,45 g/100g. L'*attoukpou* est également pauvre en d'autres éléments nutritifs essentiels tels que les lipides ; les deux produits sont pauvres en lipides (0,2 et 0,3 g/100g respectivement). Ces faibles valeurs proviennent de celles de la pâte fraîche de manioc qui contient environ 2,2 g/100g de protéine et 0,3 g/100g de graisse [4]. Les valeurs de pH pour les deux produits sont faibles (3,8 de pH) comme celle trouvée pour l'*attiéké* [5].
La teneur en cyanogènes (HCN) de l'*attoukpou* est de 9,4 mg/Kg et de 11,7mg Kg^{-1} pour les variétés *Bonoua* et IAC respectivement. Ces valeurs sont encore élevées, en dessous du seuil de 10 mg Kg^{-1} fixé par la FAO/l'OMS [6] pour l'*attoukpou* obtenu à partir du *bonoua*, une variété plus douce, mais au-dessus de cette limite pour l'*attoukpou* préparé à partie de l'IAC, un variété amère. La teneur en cyanogènes (HCN) de l'*attoukpou* est au-dessus des valeurs de l'*attiéké* (6,2 mg d'HCN/Kg). Les deux produits sont légèrement minéralisés ; la teneur en éléments minéraux tels que le fer est très faible (des traces) ; les valeurs du calcium sont de 22 et 24 g/100g et du phosphore de 35,7 et de 36,1 g/100g respectivement pour les variétés *Bonoua* et IAC. Ces valeurs sont identiques à celles trouvées par Aboua [1] pour l'*attiéké*.

Tableau 1. Composition de l'*attoukpou* issu de deux variétés de manioc : *Bonoua* et IAC

Composition (g/100g dwb)	*Attiéké*	*Attoukpou* (Bonoua)	*Attoukpou* (IAC)
Matière sèche	63,1 ± 2,4	59,6 ± 1,93	57,8 ± 3,32
pH	4,1 ± 0,3	3,8 ± 0,2	3,9 ± 0,3
Protéine	1,45 ± 0,1	1,31± 0,0	1,28± 0,2
lipide	0,4 ± 0,18	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,25
HCN ($mgKg^{-1}$)	6,2 ± 0,1	9,4 ± 0,11	11,7 ±0,12
Fer	Traces	Traces	Traces
Ca	55	22	24
P	60	35,7	36,1

HCN= acide cyanhydrique

4 CONCLUSION

Seulement un léger changement de composition globale a été observé entre l'*attoukpou* préparé à partir de la variété de manioc *Bonoua* et celui issu de la variété *IAC*. L'acide cyanogénétique présent dans l'*attoukpou* préparé à partir de la variété IAC est encore au-dessus du seuil recommandé, et l'*attoukpou* est encore pauvre en éléments nutritifs tels que les protéines et les lipides.

REFERENCES

[1] Ngaba PR, Lee JJ: Fermentation of cassava (*Manihot esculenta Crantz*). Journal of Food Science 44 (1979) 1570-1577.
[2] FAO : Acide cyanhydrique dosage. (Méthode alcaline de titrage). In : traitement du manioc, (1956) 84-85. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
[3] Meuser F, Smolnik HD: Processing of cassava to gari and other foodstuffs. Starch, 32 (4) 1980 116-122.
[4] Aboua F: Optimum conditions for cooking attiéké. Tropical Science, 38 (1998) 1-4.
[5] Yao KJ, Koffi RA, Aboua F: Composition of dehydrated attieké powder. Tropical Science, 46 (4) (2006) 224-226.
[6] FAO/WHO: Codex Alimentarius Commission. Codex standard for edible cassava flour – African regional standard, Codex STAN (1992)176-1991. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Evolution de la microflore et analyse physico-chimique d'un aliment traditionnel à base de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) : le *Bêdêcouman*

Evolution of the microflora and physicochemical analysis of a traditional cassava-based product (Manihot esculenta Crantz): the Bêdêcouman

Marina KOUSSEMON[1], Mobio Marguerite ABRO[1,2], Rose KOFFI NEVRY[1], Zinzendorf NANGA[2], Celah KAKOU[1], Yao Guillaume LOUKOU[2], Alphonse KAMENAN[1]

[1]UFR des Sciences et Technologies des Aliments, Université d'Abobo-Adjamé, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire
[2]Laboratoire National de Santé Publique (LNSP), Abidjan, Côte d'Ivoire

Le *bêdêcouman*, aliment traditionnel à base de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) et très apprécié par les populations du sud-est de la Côte d'Ivoire, a été étudié. Ses paramètres physico-chimiques ont été déterminés et l'évolution de sa microflore et de son pH a été suivie durant 4 jours de conservation à température ambiante. Les résultats ont montré que le *bêdêcouman* est riche en glucides (45,27%), pauvre en protéines (1,09%), et très énergétique (185,44 Kcal pour 100g d'aliment). Les teneurs en germes aérobies mésophiles (GAM), et en levures et moisissures du produit augmentent de façon significative (de 3.10^3 à $2,1.10^5$ UFC/g pour les GAM et de $1,2.10^2$ à $1,5.10^5$ UFC/g pour les champignons) au cours de sa conservation à température ambiante, tandis que son pH baisse de 4,16 à 3,82. Les coliformes sont les germes minoritaires du *bêdêcouman*.

Mots clés : *Bêdêcouman*, manioc, paramètres physico-chimiques, évolution, microflore

1 INTRODUCTION

Le manioc est une denrée alimentaire essentielle dans les pays tropicaux où il est transformé en une variété de produits [1]. Ainsi, en Côte d'Ivoire on cite comme aliments dérivés du manioc l'*attieké*, le *placali* et le *foutou* [2, 3]. Le *bêdêcouman* qui est aussi un aliment dérivé du manioc est produit et très prisé par les populations du sud-est de la Côte d'Ivoire. Le *bêdêcouman* se présente sous la forme d'un pain blanchâtre, de taille variant entre 10 et 15 cm, confectionné dans des feuilles de *Tomatococcus danielli* communément appelées « feuilles d'*attiéké* ». Il se consomme accompagné de sauces et peut être conservé et consommé pendant 4 jours à température ambiante. Compte tenu du manque de travaux et d'informations scientifiques sur cet aliment, cette étude a été menée. Ainsi certains paramètres physico-chimiques du *bêdêcouman* dont les teneurs en glucides, lipides, protéines, humidité, ainsi que sa valeur énergétique ont été déterminés. De plus, l'évolution de la microflore et du pH de cet aliment au cours de sa conservation à température ambiante pendant 4 jours a été suivie.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 Matériel

Le matériel d'étude est constitué de 15 *bêdêcouman* déjà conditionnés chacun et prêts à consommer, prélevés chez 5 productrices de la ville de Bonoua (sud-est de la Côte d'Ivoire), à raison de 3 échantillons par productrice.

2-2 Analyses physico-chimiques

Les taux d'humidité, de matières grasses, de sucres totaux et de protéines sont déterminés pour chaque échantillon. La valeur énergétique est déterminée selon la formule suivante : Valeur énergétique (Kcal) = (% Glucides x 4 Kcal) + (% Protéines x 4 Kcal). L'évolution du pH (pH-Meter 604) des échantillons conservés à température ambiante est déterminée à intervalle de 24 heures pendant 4 jours.

2-3 Evolution de la microflore du bêdêcouman

Les échantillons de *bêdêcouman* sont conservés à température ambiante pendant 4 jours, puis le nombre de germes aérobies mésophiles (GAM), coliformes totaux et fécaux, levures et moisissures est quotidiennement déterminé selon les normes AFNOR [4].

3 RESULTATS ET DISCUSSION

Le *bêdêcouman* a un taux d'humidité de 52,72% (Tab. 1). Ce taux, inférieur à celui d'autres aliments dérivés du manioc (*foutou* et *placali*) [3, 5], limiterait la croissance des germes dans le *bêdêcouman*, et lui assurerait une conservation plus longue que celle de ces aliments. Le *bêdêcouman* est riche en glucides (45,27%) et constitue un aliment très énergétique (185,44 Kcal pour 100 g d'aliment). Il est pauvre en protéines (1,09%) et ne contient pas de lipides (Tab. 1), ce qui suggère d'accompagner sa consommation d'aliments riches en lipides et en protéines.

Tableau 1 : Paramètres chimiques et valeur énergétique du *bêdêcouman*

Paramètres concernés	*Bêdêcouman*
Humidité (% de MS)	52,72 ± 1,45
Glucides (% de MS)	45,27 ± 0,12
Protéines (% de MS)	1,09 ± 0,08
Lipides (% de MS)	0
Cendres (% de MS)	0,92 ± 0,08
Valeur énergétique (Kcal/100g)	185,44 ± 0,09

MS : Matière sèche

Les GAM et les champignons (levures, moisissures) sont les germes majoritaires du *bêdêcouman* à un niveau respectif de 3.10^3 et $1,2.10^2$ UFC/g. Ces valeurs augmentent avec le temps de conservation du produit, tandis que le pH diminue de 4,16 à 3,82 (Tab. 2). Ceci laisse supposer la croissance de germes fermentaires qui transformeraient les glucides contenus dans le *bêdêcouman* en acides [6], croissance favorisée par la température de conservation qui se situe autour de 30°C. Le *bêdêcouman* contient en outre des coliformes dont le nombre augmente aussi au cours du temps (Tab. 2). La présence de coliformes dans cet aliment traduit une hygiène défectueuse, notamment au cours de l'étape finale de la production qui consiste en un pilonnage avant le conditionnement dans les feuilles d'*attiéké*. Cette dernière étape intervient en effet après une cuisson suffisante pour détruire la plupart des germes.

Tableau 2 : Evolution de la microflore et du pH du *bêdêcouman* au cours de sa conservation

Durée de conservation (heures)	Germes recherchés (UFC / g)				pH
	GAM	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Levures et Moisissures	
0	$3.10^3 \pm 2.10^2$	< 15	< 1	$1,2.10^2 \pm 21$	4,06 ± 0,05
24	$2,9.10^4 \pm 10^3$	21 ± 3	< 15	$5,2.10^3 \pm 2.10^2$	4,07 ± 0,05
48	$3,1.10^4 \pm 2,9.10^3$	$1,3.10^2 \pm 29$	< 15	$1,1.10^4 \pm 2,3.10^3$	3,98 ± 0,07
72	$1,5.10^5 \pm 7.10^3$	$1,8.10^2 \pm 36$	24 ± 4	$10^5 \pm 8,2.10^3$	3,93 ± 0,06
96	$2,1.10^5 \pm 8,8.10^3$	$1,6.10^2 \pm 27$	22 ± 5	$1,5.10^5 \pm 10^4$	3,82 ± 0,05

4 CONCLUSION

Le *bêdêcouman* est un aliment riche en glucides, pauvre en protéines et il ne contient pas de lipides. C'est un aliment très énergétique ayant un taux d'humidité relativement bas. Au cours de sa conservation, ses teneurs en germes augmentent tandis que son pH diminue. La présence de coliformes dans le *bêdêcouman* dénote d'une hygiène défectueuse et d'une post-contamination du produit après sa cuisson.

REFERENCES

[1] Favier JC, Chevassus-Agnew S, Gallon G : La technologie traditionnelle du manioc au Cameroun. Influence sur la valeur nutritive. Annales de la nutrition et de l'alimentation 25 (1971) 1-59.

[2] Aboua F : Chemical changes in cassava tubers (*Manihot esculenta* Crantz) during production of *placali*. Tropical Science 32 (4) (1992) 343-360.

[3] Zoumenou V : Etude physico-chimique et nutritionnelle de quelques préparations alimentaires à base de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) : thèse de doctorat 3ème cycle, FAST, Université nationale, Côte d'Ivoire (1994) 101p.

[4] AFNOR : Analyses microbiologiques Tome II. Contrôle de la qualité des produits alimentaires. AFNOR Ed. 545 p.

[5] Aboua F : Traditional food preparations of cassava in Ivory Coast. Cassava Newletter. 12 (1) (1988) ISSN-00259-3688 CIAT

[6] Meuser F, Smolnik HD, Processing of cassava to *gari* and other foodstuffs. Starch, 32 (4) 1980) 116-122.

Etude du phénomème de ramollissement des racines de manioc au cours du rouissage

Study of the phenomenon of cassava roots softening during fermentation

KELEKE Simon1*, BUTEL Marie-Josée[2], RIMBAULT Alain[2].

[1*] Unité de Recherche en Ressources Microbiennes GERDIB- Centre DGRST-IRD,Pointe noire,Congo.

[2] Laboratoire de Microbiologie, Unité Microbiologie Anaerobie, Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Paris, Université René Descartes, France.

(1 : Auteur correspondant : email : kelekesimon@yahoo.fr)*

Résumé :

Au Congo, les racines de manioc constituent l'aliment de base produit localement. La transformation des racines de manioc en divers aliments de base (chikwangue, foufou, mayak' ma ngatu etc ….) passe par une étape incontournable appelée rouissage. L'étude du rouissage a montré le rôle primordial des micro-organismes dans le phénomène de ramollissement des racines de manioc, ramollissement sans lequel les opérations post rouissage de transformation deviennent impossibles. Cette étude a également révélé une chute rapide de la pression d'oxygène dissous. Cette baisse de la pression d'oxygène dissous correspond à une augmentation de l'indice de pénétrométrie qui traduit l'état de ramollissement des racines au cours du rouissage. L'évolution des bactéries pectinolytiques, dont Clostridium sp, supposées responsables du ramollissement à cause des activités pectinasiques en rapport avec les conditions de rouissage, augmente au cours du rouissage. Cette flore produit des acides gras volatils essentiellement du butyrate, responsable de l'odeur caractéristique du manioc roui ; produit de base qui est transformé pour obtenir les différents aliments à base de manioc au Congo.

Mots clés : manioc, rouissage, bactéries pectinolytiques, ramollissement.

Introduction

Le manioc (*Manihot esculenta* Crantz), plante de la famille des *Euphorbiaceae*, produit des racines tubérisées qui constituent l'aliment de base local des populations congolaises. Les racines de manioc sont consommées sous diverses formes (chikwangue, foufou, mayak'ma ngatu etc…). Ces différents aliments à base de manioc sont obtenus après une fermentation dite rouissage, au cours de laquelle se produit principalement le ramollissement des racines de manioc. En modifiant la texture des racines de manioc, le ramollissement conditionne le succès des différentes opérations de transformation post rouissage tels que le défibrage, le laminage, le pétrissage, le malaxage, le modelage. Les racines non ramollies ne peuvent être transformées en chikwangue par exemple.

Lors du rouissage, la perte de cohérence tissulaire observée semble principalement consécutive à la dégradation enzymatique des constituants intercellulaires de nature pectique, constituants essentiels da la lamelle moyenne. En effet, décrivant l'évolution des polysaccharides, de la lignine, et notamment celle de la pectine au cours du processus de rouissage du lin, Chesson (1978) rapporte que, la lignine ne subit aucune modification au cours du rouissage de lin ; les pertes en cellulose sont minimes et évaluées à 3,47% après 70 h de rouissage. Une perte de 17% est observée au niveau des hémicelluloses entre le début et la fin du rouissage. Les changements les plus importants sont observés au niveau de la pectine ; en effet, après 70 h de rouissage, les pertes en pectine sont estimées à 83%. Ces phénomènes ont été signalés aussi par Avrova et *al.*, (1981) ; Jauneau, (1985) ; Rosemberg et De Franca, (1976), Tanner et *al.*, (1993), lors du rouissage du lin et du chanvre ; Abu-Sara et Abu-Goukh, (1992) ; Carrington et *al.*, (1993) ; Cutillasitututallde et *al.*, (1993) ; Knegt et *al.*, (1988), lors du mûrissement des fruits ; Bateman, (1963) ; Collmer, (1986) ; Garibaldi et Bateman, (1971) ; Hankock, (1968) ; Mullen et Bateman, (1971), lors de l'effondrement des

tissus végétaux lié à des attaques des microorganismes phytopathogènes.

Il ressort des travaux de Chesson (1978) particulièrement, que la pectine est le polymère végétal de structure le plus concerné dans le processus de ramollissement au cours du rouissage du lin. Sa disparition dans le temps coincide avec la fin du rouissage et confirme par ailleurs le rôle que doivent jouer les enzymes qui dégradent la pectine dans le processus de rouissage des végétaux. Des études des activités dépolymérisantes effectuées au cours du rouissage des racines de manioc ont revélé l'absence de toute activité cellulasique et xylanasique.Une activité pectine methylesterase a été observée du début à la fin du rouissage. L'activité polygalacturonase lyase a été trouvée après 24 h de rouissage ; cette activité est présente jusqu'à la fin du rouissage. Une faible activité endopolygalacturonase a été également détectée (Brauman et *al*., 1996). Parmi les enzymes pectinolytiques détectées au cours du rouissage de manioc, seules les lyases sont spécifiques aux microorganismes (Baron et Thibault,1985). Le rouissage des racines de manioc effectué dans les conditions stériles ne permet pas le ramollissement des racines de manioc (Ampe et *al*., 1994 et 1995) ; ce résultat montre le caractère microbien du processus de ramollissement des racines au cours du rouissage.

Le but de ce travail est de rechercher les microorganismes pectinolytiques impliqués dans le processus de ramollissement des racines de manioc au cours du rouissage ; de les isoler, de les caractériser afin de dégager leur éventuelle implication dans le phénomène de ramollissement des racines de manioc au cours du rouissage.

Materiel et méthodes

Origine des racines de manioc.

Les racines de manioc (*Manihot esculenta* var. F 100) utilisées au cours de ce travail provenaient de la station expérimentale AgriCongo située au sud de Brazzaville (Congo).

Procédé de rouissage

Les racines de manioc épulchées et coupées en morceaux sont placées dans un fût en plastique contenant de l'eau, jusqu'à immersion totale des racines. Le rouissage s'effectue à la température ambiante. On touche quotidiennement les racines pour apprécier leur ramollissement et décider de la fin du rouissage. La mesure de l'indice de pénétrométrie est effecutée en parallèle afin de chiffer le niveau de ramollissement.

Paramètres physicochimiques du rouissage

pH des racines et de l'eau de rouissage

60 g de racines de manioc sont homogéneisés au Waring blinder dans 100 ml d'eau distillée. Le broyat est filtré à l'aide d'un filtre GF/A.Sur le filtrat obtenu, on mesure le pH à l'aide d'un pH mètre P307 Consort. Le même appareil est utilisé pour mesurer le pH de l'eau de rouissage.

Indice de pénétrométrie

La mesure de l'indice de pénétrométrie renseigne sur l'état de ramollissement des racines de manioc. Elle consiste à faire traverser les racines de manioc par une aiguille pour apprécier leur état de ramollissement. Ces mesures réalisées sur 6 sections de racines choisies au hasard sont répétées 6 fois. La valeur moyenne sert d'indice de pénétrométrie. L'appareil utilisé est un pénétromètre de type PRN 10 SUR Berlin.

Matière sèche

La matière sèche est déterminée sur des échantillons de 10 g de racines, après séchage à l'étuve à 105°C jusqu'à poids constant.

Métabolites produits par les isolats pectinolytiques

Les cultures sont centrifugées (Sorvall RC 5B Refrigerated Superspeed Centrifuge). Le surnageant recueilli est filtré sur membrane millipore 0,45 µm. Les filtrats sont analysés par HPLC (High pressure liquid chromatography) de marque LDC, équipée d'une colonne Aminex HPX-87H et utilisant comme éluant, l'acide sulfurique 6mM, débit 0,4 ml par minute à 65°C. La détection des métabolites est réalisée par un réfractomètre LDC.

Profil des acides organiques

Deux profils ont été réalisés sur l'isolat pectinolytique retenu au cours de cette étude.

Le premier, effectué avec une technique classique (Bories et *al*.,1987) où ne sont détectés que les acides acétique et butyrique. Le deuxième profil a été réalisé avec la technique décrite par Rimbault et *al*., (1993).

Numération des bactéries pectinolytiques et caractérisation des isolats

Le milieu de culture utilisé est celui décrit par Neil et Ercole (1995), mais basé sur la méthode de Lund (1972). Deux types de numération ont été réalisés : une numération en milieu aérobie et une numération en milieu anaérobie ; dans ce dernier cas, les milieux de culture sont dégazés, répartis en boîtes de pétri dans une hotte anaérobie. Les ensemencements et l'incubation sont réalisés également dans la hotte anaérobie.

Le test de gram sur les souches isolées a été effectué en utilisant la méthode décrite par Gregersen (1978).

Détermination des activités pectinasiques

A partir des cultures positives réalisées sur pectine en milieu anaérobie, les souches isolées sont transférées sur milieu " Clostridium Growth Medium (CGM)" décrit par Ross et al., (1985).

La technique des "Cup plates" décrite par Bertheau et al., (1984) a été utilisée pour mettre en évidence les activités pectinasiques dépolymérisantes de type polygalacturonase et lyase. Les activités désestérifiantes de type pectine méthylestérase ont été mises en évidence selon la méthode décrite par Cruickshand et Wade (1980).

Dosage des activités pectinasiques.

Les produits de dégradation de la pectine par les enzymes pectinolytiques fournissent après réaction à l'acide thiobarbiturique (TBA), des pics d'absorption distincts. L'action d'une lyase sur la pectine ou sur l'acide polygalacturonique produit des groupements insaturés donnant une substance colorée en rose avec un maximum d'absorption se situant entre 545 nm et 550 nm. L'action d'une hydrolase libère des acides galacturoniques présentant au TBA un maximum d'absorption entre 510 nm et 515 nm. Cette différence d'absorption permet de réveler la présence d'hydrolase et de lyase (Sherwood, 1996).

L'unité d'activité relative correspond à un accroissement de la densité optique de 0.01 h^{-1} à la longueur d'onde appropriée (Trique, 1971).

Résultats

Evolution des bactéries pectinolytiques en relation avec l'indice de ramollissement

Des résultats obtenus, il ressort que les bactéries pectinolytiques sont présentes sur les racines de manioc au cours du rouissage. Les bactéries aérobies et anaérobies apparaissent en nombre égal dans les premières 48 heures. Au delà de 48 heures de rouissage, les bactéries pectinolytiques aérobies connaissent une baisse alors que la population des bactéries anaérobies continue à croître et semble épouser l'évolution de l'indice de pénétrométrie (figure 1).

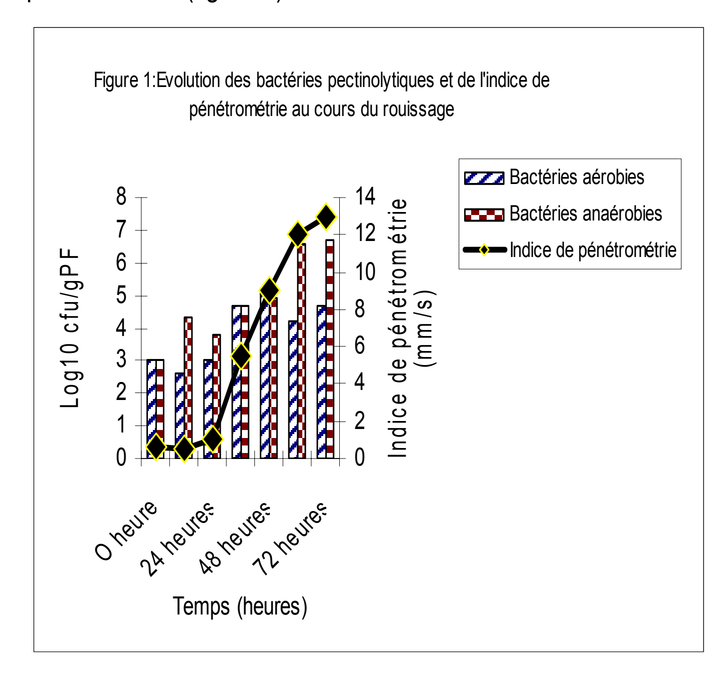


Figure 1:Evolution des bactéries pectinolytiques et de l'indice de pénétrométrie au cours du rouissage

Pour les valeurs d'indice de pénétrométrie supérieures ou égales à 13 mm/s, les racines sont bien ramollies, ce qui correspond en même temps aux valeurs les plus élevées des bactéries anaérobies pectinolytiques.

Caractéristiques des bactéries pectinolytiques isolées des racines de manioc roui.

Vingt isolats présentant une activité pectinolytique ont été isolées au cours du rouissage des racines de manioc. 8 isolats sur 20 présentent une activité pectine methylestérase ; 14 sur 20 présentent une activité pectate lyase, et un seul isolat (isolat MGPP179) présente à la fois une activité pectate lyase et une activité pectine lyase. Aucune activité polygalacturonase n'a été observée sur les 20 isolats.

Seul l'isolat MGPP179 ayant à la fois une activité pectate et pectine lyase a été retenu pour la suite de cette étude.

Caractéristiques de l'isolat MGPP179.

1- Caractéristiques phénotypiques

L'isolat MGPP179 pectinolytique a été comparé à une souche de référence *Clostridium butyricum* MGPP26T de la collection de l'Université Paris V. Cette souche possède une spore subterminale. Elle réduit les sulfites et ne possède pas de gélatinase. L'isolat pectinolytique MGPP179 isolé du manioc roui est un bacille sporulé, spore subterminale. Il ne réduit pas les sulfites (tableau n°1).

Tableau n°1 : Caractéristiques phénotypiques en comparaison avec

la souche *Clostridium butyricum* MGPP26T.

	Clostridium MGPP26^T	Isolat MGPP179
gélatinase	-	+ en TYH en 48h ; - en EP*24h ; + en EP 6jours
lécithinase	-	-
lipase	-	-
lait	caillé	Caillé
indole	-	-
Esculine (hydrolyse)	-	+ en TYH
uréase	nd	-
Nitrate	-	- en TYH
réduction		
Sulfite réduction (gélose profonde)	+	-

	Fermentation		pH		Fermentation	
	24h	48h	24h	48h	24h	48h
	En eau peptonée (EP)**		En milieu TYH**			
témoin			7,47	6,96		
glucose	+***		5,89		+	
fructose	+		7,05	5,48	_	+
lactose	+		7,18	5,63	-	+
maltose	+		7,41	7,04	-	-
salicine	+		7,43	7,02	-	-
saccharose	+		6,64	5,68	w	+
arabinose	+		7,33	5,79	-	+
cellobiose	+		6,90	5,98	w	+
galactose	+		6,24	5,69	+	+
glycérol	-	-	6,93	6,75	w	-
inositol	-	-	6,60	6,47	w	W
Esculine (fermentation)	nd	nd	7,16		-	
inuline	-	-	7,34	6,98	-	-
mannitol	-	-	7,46	7,05	-	-
mannose	+		6,62	5,54	w	+
melibiose	-	+	6,99	5,59	w	+
raffinose	-	-	6,93	6,04	w	W
rhamnose	-	-	7,42	7,05	-	-
ribose	w	+	7,17	5,91	-	+
sorbitol	-	-	7,43	7,02	-	-
amidon	-	+	7,41	7,06	-	-
tréhalose	+		7,47	7,00	-	-

xylose	+		7,32	6,98	-	-
mélézitose	-	-	7,43	7,02	-	-

(*EP= eau peptonée ; TYH : trypcase-yeast extract-hemin;

témoin= milieu TYH sans sucre ; ΔpH>ou =1 : positif noté+ ;

0,5<ou=ΔpH<1 : faible noté w (weak) ; ΔpH<0,5=négatif noté -).

Pour les clostridies, le milieu pour étudier la fermentation des sucres est généralement l'eau peptonée, ce qui a été fait pour *Clostridium butyricum* MGPP 26T. En revanche, l'isolat MGPP179 n'a pas toujours cultivé correctement en eau peptonée, et pour cette raison, la fermentation des sucres a été étudiée en milieu TYH. Le tableau n°1 montre que l'isolat MGPP179 pectinolytique se différencie clairement de la souche de *Clostridium butyricum* MGPP26T essentiellement par le caractère gélatinase posistif, caractère phénotypique essentiel pour la différenciation des clostridies. Le profil fermentaire revèle également la différence qui existe entre les deux souches comparées, notamment en ce qui concerne le maltose, le trehalose, le xylose.

2- Profils des acides organiques

Deux profils ont été réalisés : le premier (figure 2), effectué avec la technique décrite par Bories et al.,(1987) ne permet pas d'établir une différence avec le profil de la souche de référence *Clostridium butyricum* MGPP26T et l'isolat MGPP179 pectinolytique en ce qui concerne l'acétate et le butyrate.

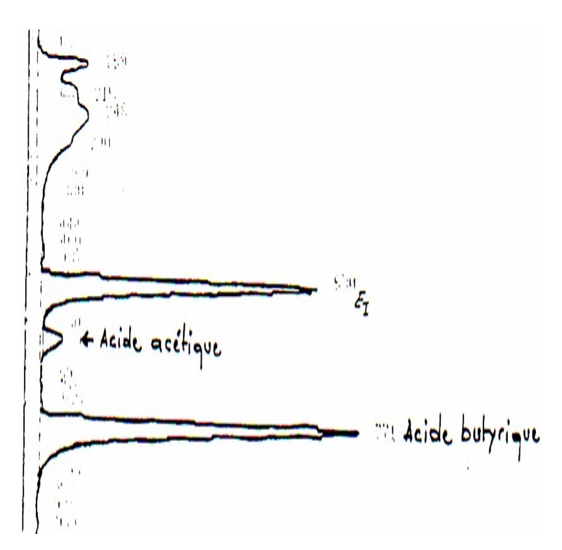


Figure 2 : Profil des acides organiques par la technique de Bories et al.

Le deuxième profil (figure 3), obtenu avec la technique décrite par Raimbault et al.,(1993)

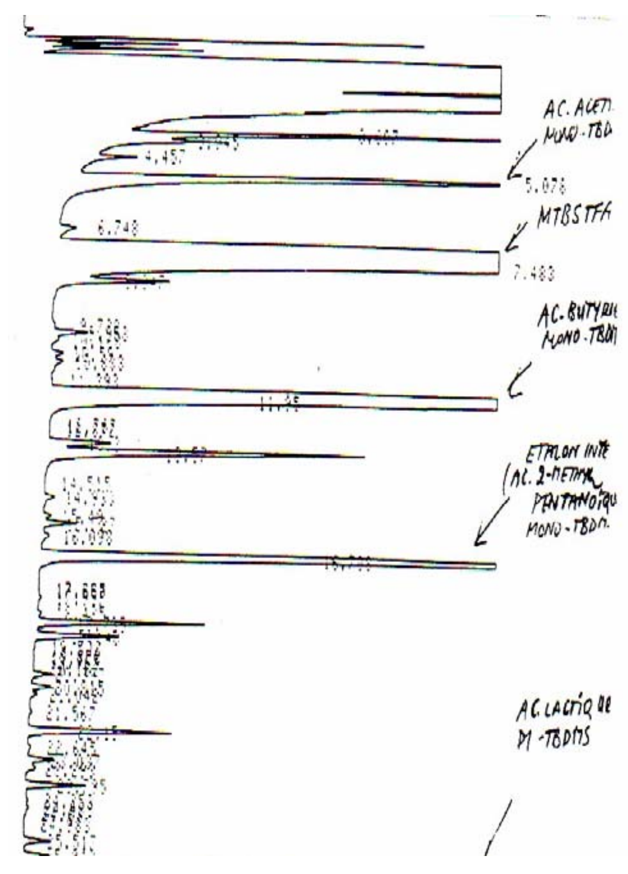


Figure 3 : Profil des acides organiques obtenu avec la technique de Rimbault et al.

permet d'obtenir avec l'isolat MGPP179, un profil qui révèle la présence en dehors des acides acétique, butyrique, lactique, 2-hydroxy-4-méthylpentanoïque de deux pics supplémentaires au moins qui sont élués.

Effet du pH sur la croissance de *Clostridium butyricum* MGPP179

La figure 4 révèle qu'à pH 8,5, la croissance est inhibée.

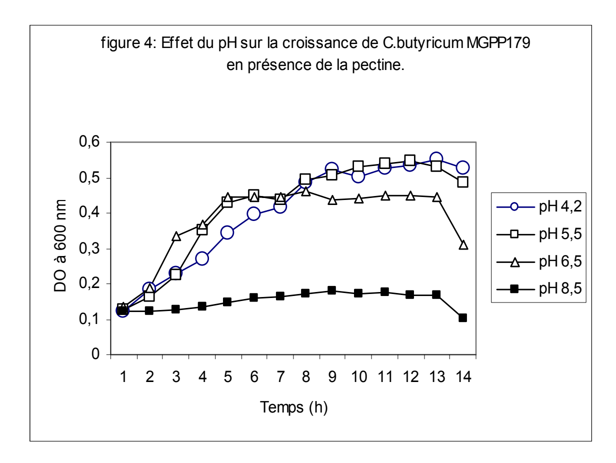


Figure 4 : Croissance de *Clostridium butyricum* MGPP179 à différents pH en présence de pectine.

On observe cependant une bonne croissance aux autres pH étudiés (6,5-5,5 et 4,2). Celle-ci est plus importante aux pH 4,2 et 5,5 ; pH proches des conditions de rouissage à savoir : pH des racines compris entre 5,5 et 5,0 de 36 h à la fin du rouissage (72h) ; pH de l'eau de rouissage compris entre 4,3 et 5,0 pendant la même période de rouissage.

Influence du pH sur l'activité pectinasique de type lyase.

L'activité pectinasique réalisée sur le surnageant de culture de *Clostridium butyricum* MGPP179 en présence de pectine méthylée et d'acide polygalacturonique a montré que :

- en présence d'acide polygalacturonique, l'activité pectinasique décroit avec le pH. Elle est de 107 U/ml à pH 8 ; de 70 U/ml à pH 6,8 ; de 45 U/ml à pH 5,5 ; de 37,5 U/ml à pH 4,6 et de 35 U/ml à pH 4,0.
- en présence de pectine méthylée (DM 75%), l'activité pectinasique est presque partout la même quelque soit le pH. Elle se situe autour de 40 U/ml.

Les pectate lyases d'origine bactérienne ont un pH optimum d'activité alcalin (pH 8,2 et 9,9) rapporte Baron et *al*.,(1985). L'activité pectinasique obtenue au cours de cette étude étant plus importante sur acide polygalacturonique que sur pectine méthylée, on peut penser que l'activité conecrnée est de type pectate lyase.

Par ailleurs, un surnageant de culture de Clostridium butyricum MGPP179 obtenu sur un milieu de culture ne contenant pas substrat pectique a présenté une activité positive en présence de pectine methylée d'une part et d'autre part et en présence d'acide polygalacturonique. Ce résultat révèle le caractère constitutif de l'enzyme pectinolytique mise en cause.

Effet de l'Ethylène diamine tetra acétique (EDTA) sur l'activité pectate lyase supposée.

L' EDTA est un inhibiteur spécifique de l'activité pectate lyase (Brühlmann et al., 1994 ; Delgado, 1992 ; Jauneau, 1986 ; Ried et al., 1985 ; Wojciechowcz et al., 1973). La plupart des endopectate lyases bactériennes sont inhibées en présence de 5.10^{-3}M d'EDTA (Chesson, 1978).

Tableau n°2 : Activité pectinasique en présence d'EDTA.

	Activité (U/ml) mesurée sur acide polygalacturonique
Contrôle (surnageant de culture sans EDTA	46,4
Surnageant de culture + EDTA (5.10^{-3}M)	4,0

L'essai d'inhibition de l'activité pectate lyase (tableau 2) produite par *Clostridium butyricum* MGPP179 révèle une réduction considérable (de 46,4 à 4,0 U/ml).

Discussion

L'isolat pectinolytique MGPP179 présente le même profil des acides organiques que la souche de référence *Clostridium butyricum* MGPP26Ten se basant sur la technique décrite par Bories et *al*.,(1967) ; ce qui permet de penser que l'isolat pectinolytique MGPP179 serait un *Clostridium butyricum*.Mais le profil des acides organiques obtenu avec la technique décrite par Raimbault et *al*.,(1993) révèle que en dehors du butytate qui est le métabolite caractéristique de *Clostridium butyricum*, l'isolat MGPP179 présente d'autres pics majeurs non identifiés,ce qui suppose que l'isolat butyricum MGPP179 est différent de la souche de référence *Clostridium butyricum* MGPP26T.L'isolat butyricum MGPP179 sera appelé *Clostridium butyricum* MGPP179.

Clostridium butyricum MGPP179 proche de *Clostridium felsineum* semble avoir des atouts nécessaires pour son implication dans le processus de rouissage des racines de manioc. Il a été isolé à partir des dernières dilutions (10^{-5}) et à des différents temps (du 3e au 5 e jour du rouissage). Pendant cette période, la pression d'oxygène dissous est inférieure à 1 mg/l (Brauman et al., 1996) ; ce qui nous permet de penser que *Clostridium butyricum* MGPP179 est représentatif de la microflore anaérobie du rouissage.

Clostridium butyricum MGPP179 produit sur pectine, particulièrement de l'acide butyrique; un des métabolites caractéristique des racines de manioc roui. En effet, le manioc roui est caractérisé par une forte odeur d'acide butyrique. La quantité de butyrate produite est environ deux fois supérieure à celle de l'acétate, proportion que l'on retrouve dans les racines de manioc au cours du rouissage (Brauman et *al*.,1996).

La température optimale de *Clostridium butyricum* MGPP179 est comprise entre 30 et 35°C (Kéléké, 1996), ce qui pourrait expliquer l'augmentation de butyrate et l'accélération du ramollissement observée dans la fourchette de températures indiquée (Ampe et al., 1994).

La croissance de *Clostridium butyricum* MGPP179 sur pectine est plus importante à des pH acides (pH 4,2 et pH 5,5). Elle est pratiquement nulle à des pH basiques (pH 8,5) **.** La faculté de croître à des pH acides est rencontrée chez d'autres Clostridies comme *Clostridium butyricum* (Crabbenbaum et *al*., 1985). Les résultats de cette analyse physiologique démontrent clairement que Clostidium butyricum MGPP179 est parfaitement adaptée aux conditions physico-chimiques particulières du rouissage (anaérobiose, acidité, croissance sur pectine). Compte tenu de sa densité importante dans les racines en cours de rouissage (supérieure à 10^7cfu/g de PS), cette bactérie se trouve être impliquée dans la production du butyrate et d'une partie de l'acétate observés dans les racines de manioc au cours du rouissage (Brauman et al., 1996).

Une des autres caractéristiques principales de *Clostridium butyricum* MGPP179 est la production de pectinases de type pectate lyase. Cette enzyme qui est constitutive chez *Clostridium butyricum* MGPP179 a été signalée chez *Aeromonas liquefaciens* (HSU et al.,1965), *Pseudomonas marginalis* (Zucker et *al*.,1972) et *Bacillus subtilis* (Jauneau, 1985). La production de pectinases par les Clostridies a été évoquée préalablement chez plusieurs espèces notamment), *Clostridium felsineum*, bactérie intéressante dans le cas du manioc car souvent présente sur les plantes et la rhizosphère (Avrova et Voznyakovskaya, 1985) et qui est responsable du rouissage du lin (Chesson,1978). L'activité pectinasique observée chez *Clostridium butyricum* MGPP179 présente un optimum à pH 8,5, ce qui est loin des conditions du rouissage des racines de manioc dont le pH est autour de 5. Le spectre d'activité de la pectate lyase de *Clostridium butyricum* MGPP179 par rapport au pH montre que la sensibilité de cette enzyme au pH différe en focntion du degré de méthylation de la pectine. Sur pectine non méthylée, l'activité est réduite d'environ 50% à pH 5,2 pH proche des conditions de rouissage ; alors que sur pectine hautement méthylée, cette activité bien que plus faible, est indépendante du pH du milieu.

L'inhibition de l'activité pectinasique produite par Clostridium MGPP179 (tableau 2) a permis

de mettre en évidence l'existence d'une pectate lyase. Cette inhibition bien qu'importante n'est pas pas totale ; ce qui suppose l'existence d'un mélange d'enzymes qui serait constitué de pectate lyase et de pectine lyase. Cette hypothèse est soutenue par la présence d'une activité résiduelle après le test d'inhibition par l'EDTA (tableau 2) et par l'expression du surnageant enzymatique sur pectine hautement methylée en fonction des différents pH. En effet , Pilnik et Romboults,(1973), Aguilar et al.,(1991) ont montré qu'en présence d'une pectine hautement méthylée (DM 86-95%), l'activité d'une endopectine lyase était pratiquement équivalente dans la zone des pH 4,3 à 6,5 ; or l'activité pectinasique observée chez *Clostridium butyricum* MGPP179 sur pectine hautement méthylée est sensiblement la même quelque soit le pH (pH 4 à 8,5) ; ce comportement décrit par les auteurs précédemment cités expliquerait la faculté qu'aurait la souche Clostridium butyricum MGPP179 de provoquer la dégradation de la pectine et donc d'être à l'origine du ramollissement des racines.

Conclusion

La production par Clostridium MGPP179 d'un éventuel mélange de pectinases (pectate lyase et pectine lyase) pose le problème de son implication dans le ramollissement des racines de manioc au cours du rouissage. Dans les parois végétales, les pectines sont quasiment toujours sous la forme hautement méthylée ; les pectines faiblement méthylées et les acides pectiques étant produits par démethylation enzymatique sous l'effet des pectine methylesterases. La présence des deux types de pectinases dans les racines de manioc au cours du rouissage ; une pectine methylestérase d'origine végétale et d'une pectate lyase d'origine microbienne permet d'avancer l'hypothèse selon laquelle l'action combinée de la pectine méthylestérase du manioc et du mélange d'enzymes (pectate lyase et pectine lyase) de *Clostridium butyricum* MGPP179 serait eventuellement à l'origine du ramollissement des racines de manioc.

Bibliographie

1. Abu-Sarra F.A.and Abu-Goukh A.A.1992. Changes in pectinesterase, ploygalacturonase and cellulase activity during mango fruit ripening. *J.of Horticultural Science*, 4(67),561-568.
2. Aguilar G, Trejo B.A., Garcia J.M., Huitron C. 1991. Influene of pH on endo and exopectinase production by Aspergillus sp.CH-1043. *Can.J.Mirobiol*.,37,912-917.
3. Ampe F., Agossou A., Treche S., Brauman A. 1994. Cassava retting : Optimization of traditional fermentation by experimental research methodology. *J.Sci.Fd.Agric*.,65,p. 355-361.
4. Ampe F., and Brauman A. 1995. Origin of enzymes involved in detoxification and root softening during cassava retting. *World J. Microbiol.Biotechnol*., 11, 178-182.
5. Avrova N.P, Zubko I.K., Alekseeva E.G.1981. Fermentation products and activity of pectolytic enzymes in strains of Clostridium felsineum differing in rate of spore formation. *Mikrobiologiya*, 50 (30), 458-466.
6. Baron A.and Thibault J.F. 1985. Les enzymes pectolytiques. In hydrolases et dépolymérases, Ed. Annette Mouranche et Claude Costes. Biochimie appliquée, *Gauthier-villars*.
7. Bateman D.F. 1963. Pectolytic activities of culture filtrates of Rhizoctonia solani and extracts of Rhizoctonia infected tissues of bean. *Phytopathology*, 53, 197-204.
8. Bertheau Y., Madgidi-Hervan E., Kotoujansky A., Nguyen-The C., Andro T., Coleno A. 1984. Detection of depolymerase izoenzymes after electrophoresis, electrofocusing or in titration curve. *Annal Biochem*. 3, 139, 383-389.
9. Bories C., Rimbault A., Leluan G. 1987. Simplified gas chromatographic procedure for identification and chemataxonomy of anaerobic bacteria. *Ann.Inst.Pasteur* (Microbiologie),138,587-592.

10. Brauman A., Kéléké S., Malonga M., Miambi E., Ampe F.1996. Microbiological and biochemical characterization of cassava retting a traditional lactic acid fermentation for foo-foo (cassava flour) production. *Applied and Environ.Microbial*., 62 (8) 2854-2858.
11. Brühlmann F., Kwisuk Kim., Zimmerman W., Fiechter A.1994. Pectinolytic enzymes from Actinomycetes for the degumming of ramie bast fibers. *Applied and Environ.Microbial*.60, (6), 2107-2112.
12. Carrington .M.S., Greve L.C., Labavitch J.JM. 1993. Cell all metabolism in ripening fruit. Effect of antiese polygalacturonase gene on cell wall changes accompanying ripening in transgenic tomatoes. *Plant physiology*, 2 (103).
13. Chesson A. 1978. The maceration of linen flax under anaerobic conditions. *J.Appl.Bacteriol*. 45,219-230.
14. Collmer A. 1986. The role of pectic enzymes in plant pathogenesis. *Annual Rewiew of phytopatology*,2, 383-409.
15. Crabbenbam,P.M., Neijssel O.M., Tempest D.W. 1985. Metabolite and energetic aspects at the growth of Clostridium bytiricum on glucose in chemostat culture. *Arch. Microbiol*., 142, 375-382.
16. Cruickshank R.H.,and Wade G.C.1980. Detection of pectic enzymes in pectin-acrylamide gels*.* *Analytical Biochemistry* 107,177-181.
17. Cutillasituttalde A,. Zarra T., Lorences E.P.1993. Metabolism of cell wall pplysaccharides from persimmom fruit-pectin solubilization during fruit ripening occurs in opparent absence of polygalacturonase activity. *Physiologia plantarum*,2 (89), 369- 375.
18. Delgado L., Trejo B.A., Huitron C., Aguilar G.1992. Pectin lyase from *Aspergillus* sp.CH-Y-1043. *Appl. Microbiol.Biotechnol*., 39, 515-519.
19. Garibaldi A.and Bateman D.F. 1971. Pectic enzymes produced by Erwinia chrysanthemi and their effects on plant tissue. *Physiological plant pathology*,1, 25-40.
20. Gregersen T. 1978. Rapid method for distinction of gram-negative from gram positive bacteria. *European journal of Appl. Microbiol.and Biotechnol*.,5, 123-127.
21. Hancock J.G. 1968. Degradation of pectic substances during pathogenesis by Fisarium solani sp. Cucurbitae. *Phytopathology*, 58, 62-69.
22. Hsu E.J.and Vaughn R.H. 1969. Production and catabolite repression of the constitutive polygalacturonic acid trans-eliminase of Aeromonas liquefaciens. *J. of Bacteriol*., 98, 172-181.
23. Jauneau A. 1985. Contribution à la connaissance de la microflore pectinolytique : Application au rouissage du lin . Thèse, Sciences, Université de Rouen.
24. Kéléké S.1996. Le Rouissage du manioc : Contribution à l'étude du phénomène de ramollissement des racines de manioc. Thèse, Sciences, Université Paris XII Val de Marne.
25. Knet E., Vermer E., Bruinsma.J. 1988. Conversion of the polygalacturonase iso enzymes from ripening fruits. *Physiologia plantarum*, 72,108-114.
26. Lund B.M. 1972. Isolation of pectinolytic Clostridium from potatoes. *J.Appl.Bacteriol*.,35,609-614.
27. Mullen J.M. and Bateman D.F. 1971. Production of an endo-polygalacturonate trans eliminase by potatoe dry root pathogen Fusarium roseum " Avenaceum" in culture and diseased tissue. *Physiol. Plant P athology*.
28. Neil S.J. and Ercole C.P. 1985. Nutritionally limited pectinolytic bacteria from the human intestine. *Appl. and Environ.Microbiol*. 1, (50) 172-173.

29. Pilnik W. and Rombouts F.M. 1981. Pectic enzymes. Enzymes and fod processing, ed.GG. Birch,N.Blakebrough and K.J.Parker. *Applied Science Publishers*, London,p 105-125.
30. Ried J.L.and Collmer A. 1985. Activity strain for rapid characterization of pectic enzymes in iso electric focusing and sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gels. *Appl. and Environ. Microbiol*., 50, 615-622.
31. Rimbault A.,Fromage M., Niel P., Guezennec J., Godefroy A., Rocchiccioli F. 1993. Organic acids and stable isotope metabolic studies of a thermophilic sulfur dependant anaerobic archaeon. *J. Microbiol. Methods*, 18, 329-338.
32. Rosemberg J.A. and De Franca F.P. 1967. Importance of galacturonic acid in controlling the retting of flax. *Appl. Microbiol*.,15(3),484-486.
33. Sherwood R.T. 1966. Pectin lyase and polygalacaturonase production by *Rhizoctonia solani* and other fungi. *Phytopathology*, 56, 279-286.
34. Tanner R.D., Prokop A., Bajpai R.K. 1993. Rempal of fibers from vines by solid state fermentation. Enzymatic degradation: a composition of flax and kudzu retting. *Biotechnology Advances*, 3,(11) 635-643.
35. Trique B. 1971. Pectinases at acide fusarique du *Fusarium oxysporum* F sp Elaeidis. Leurs rôles dans la fusariose du palmier à huile. *Oléagineux*, 3, p.163-167.
36. Wojciechowicz M. and Ziolecki A. 1979. Pectinolytic enzymes of large rumen Treponemes. Appl. and Environ. Microbiol., 37 (1) 136-142.
37. Zucker M., Hankin L., Sands D.1972. Factors governing pectate lyase synthesis in soft rot and non soft rot bacteria. *Physiol. Plant. Pathol*.,2,59-67.

Remerciements:

Les auteurs remercient le Centre International d'Agronomie Tropicale (CIAT) et l'IRD pour avoir permis la réalisation de ce travail. Nos remerciements vont également à Philippe Mora du Laboratoire d'écophysiologie des invertébrés de l'Université Paris XII Val de Marne et Alain Brauman de l'RD Montpellier.

Influence des caractéristiques microbiologiques du ferment sur la qualité organoleptique de l'Attiéké

Effect of microbiological characteristics of inoculum on organoleptic quality of Attiéké

Daouda NIMAGA [1], Pierre Martial T. AKELY.[1], N. Georges AMANI [1], Celah KAKOU[2]

1- laboratoire de biochimie et technologie des Aliments ; Unité de Formation de Recherche des Sciences et Technologies des Aliments , UFR/STA Université d'Abobo-Adjamé02 BP 801 Abidjan 02 (Côte d'Ivoire)

2- laboratoire de microbiologie UFR/STA, Université d'Abobo-Adjamé
Auteur correspondant : daonimaga@yahoo.fr

Dans le but de contribuer à l'amélioration de la qualité standard de l'attiéké, l'influence du taux d'incorporation de ferment (6, 8, 10 et 12 %) et la durée de fermentation (12 H) de la pâte sur la qualité organoleptique de l'attiéké ont été étudiées. Après 12 heures de fermentation 10 g de pâte des différents taux (6, 8, 10 et 12 % sont prélevés pour des analyses microbiologiques. Les microorganismes présents sont les bactéries lactiques, les entérocoques, les levures et moisissures et les GAM. Les microorganismes recherchés sont les bactéries lactiques, les entérocoques, les levures et moisissures et les GAM. Quelques soit le taux d'incorporation, les bactéries lactiques constituent la population microbienne la plus importante. Le pic des bactéries lactiques est obtenu au taux de 10 %. Par ordre décroissant on a les bactéries lactiques (1,4. 10^{9} UFC/g), les entérocoques (4,4. 10^{7} UFC/g) et les levures et moisissures (2. 10^{7} UFC/g) qui constituent les principaux microorganismes fermentaires. Puis 1000 g de la pâte sont soumis à la cuisson. Après cuisson un test descriptif est réalisé avec un panel de dégustateur .L'analyse organoleptique montre des différences significatives au niveau du goût, de la granulométrie et de la texture de l'attiéké. L'attiéké obtenu avec la pâte fermentée au taux de 10% présente une bonne acceptabilité générale. Cette étude montre que la variation du taux de ferment influence la qualité organoleptique de l'attiéké.

Mots clés : Attiéké, caractéristiques organoleptiques, ferment, manioc

INTRODUCTION

Le manioc (Manihot esculenta crantz) est une racine tubéreuse de la famille des Euphorbiaceae, riche en amidon et pauvre en protéine. Plusieurs variétés existent mais il est possible de les regrouper en deux groupes : les douces et les amères (Fortin *et al*. 1998).

L'attiéké, semoule de manioc cuite à la vapeur, est un aliment produit à partir du manioc fermenté. Il s'agit d'une semoule obtenue après plusieurs étapes de transformation du manioc s'étendant sur deux à trois jours (épluchage- broyage, fermentation, pressage, granulation, séchage, vannage, tamisage, cuisson) (Diop, 1992). Cet attiéké étant produit de façon traditionnelle, il est difficile de maîtriser les paramètres de la fermentation. Le temps de fermentation et le taux d'incorporation du ferment ne sont pas fixes et varient en général d'une productrice à une autre. Cela pourrait avoir une influence sur la qualité du produit final. D'où l'opportunité de cette étude afin de jeter les bases d'une standardisation de ces paramètres.

Le ferment de manioc est un milieu très riche en microorganismes. Cette flore microbienne est très variée mais les germes les plus fréquemment rencontrés sont les Lactobaccillus, les entérocoques, les levures et les moisissures qui prennent part à la fermentation (Assanvo *et al,* 2004).

L'objectif de cette étude est donc de déterminer l'influence du ferment sur la qualité organoleptique de l'attiéké. Il s'agira plus spécifiquement du dénombrement de la

I/ MATERIEL ET METHODES

1-Matériel

1-1- Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de racine et de ferment de manioc de la variété IAC. Ces racines proviennent du champ expérimental de l'Université d' Abobo-Adjamé.

2- Méthode

2-1-Preparation de l'attiéké

Le procédé de fabrication du ferment et de l'attiéké a été décrit par plusieurs auteurs (Kouadio *et al.* ,1991 ; Aboua *et al,* 1998 *;* Assanvo *et al*, 2004). Dans notre étude le temps de fermentation est de 12 heures et les taux d'incorporation du ferment sont de 6%,8%,10% et 12%.

2-3- Dénombrement

La flore microbienne responsable de la fermentation a été isolée. Le Plate Count Agar (PCA, NF T90-401, PCA, NF T90-401, NF ISO-4833) est utilisé pour le dénombrement des GAM à 30°C pendant 24-72H. Le dénombrement des Entérocoques est effectué

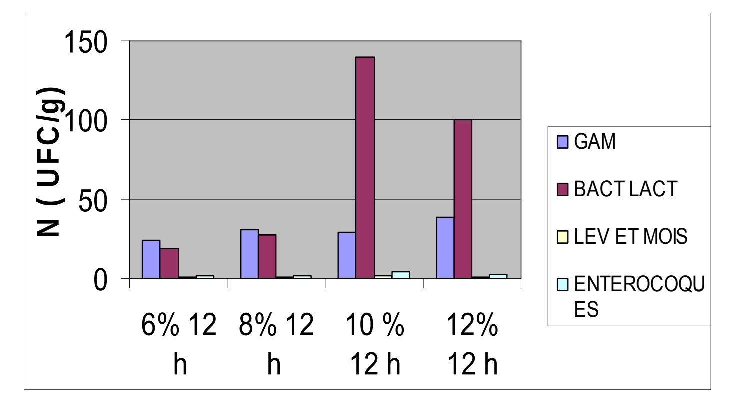


Figure1 : Evolution des microorganismes en fonction du taux de ferment

microflore du ferment et de l'évaluation de l'impact de la variation du taux de ferment (6 %, 8 %, 10 % et 12 %) et du temps de fermentation (12 H) sur cette même qualité. sur gélose Bile Esculine Azide (BEA, ISO 7899/1) à 37°C pendant 24-48H. Les bactéries lactiques sont dénombrées sur milieu Man Rogosa Sharpe (MRS, NF V 08-05). Les levures et moisissures sont cultivées sur milieu Sabouraud+chloramphénicol (SAB+C, XPV 88-059).

2-4-Analyse organoleptique

Un panel de dégustateur ayant une expérience de l'évaluation sensorielle a été utilisé pour l'analyse. Le test descriptif a été utilisé.

II/ RESULTATS ET DISCUSSION

1- Dénombrement

Les bactéries lactiques constituent la population microbienne la plus importante avec un pic à 10% de $1,4.10^{9}$ UFC/g. Ils sont suivis des Entérocoques avec $4,4.10^{7}$UFC/g et des levures et moisissures avec $2,2.10^{7}$ UFC/g. Ces résultats confirment ceux de Assanvo (2002) sur le ferment. Cela peut s'expliquer par le fait que les bactéries lactiques supportent mieux un pH très acide. En outre l'hydrolyse de l'amidon met à leur disposition une importante source de lactose qui est la substance de base pour leur nutrition et leur croissance.

2- Analyse organoleptique

L'analyse montre des différences significatives au niveau du goût, de la granulométrie et de la texture de l'attiéké fabriqué aux différents taux de ferment. L'attiéké fabriqué au taux de 10% présente une bonne acceptabilité générale. Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'à 10% les bactéries lactiques prédominent et sont responsables de la production des sucres, des acides lactiques et acétiques. Ces éléments influencent fortement la qualité de l'attiéké

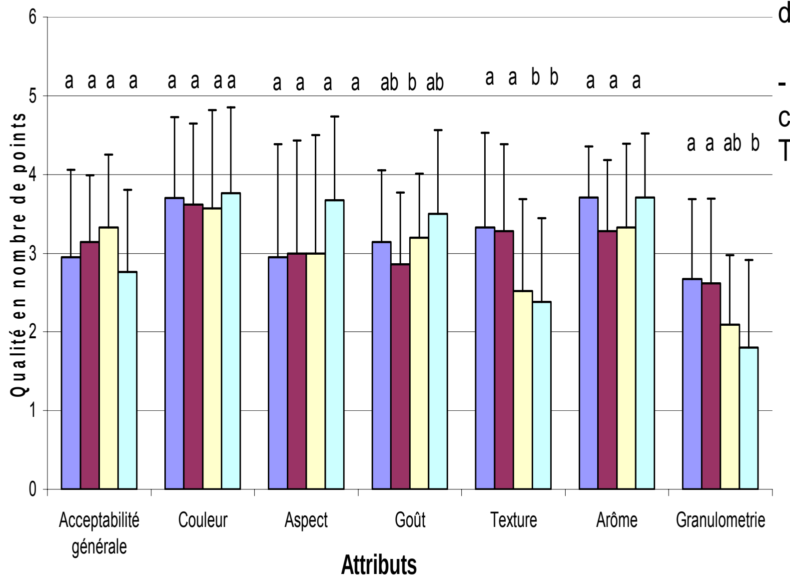


Figure 2 : Evolution de certains paramètres de qualité en fonction du taux de ferment

CONCLUSION

Le taux d'incorporation de ferment à une influence sur la qualité organoleptique de l'attiéké. L'attiéké obtenu après 12 H de fermentation avec un taux d'incorporation de 10% présente la meilleure acceptabilité générale. Il y a aussi des différences significatives au niveau du goût, de la granulométrie et de la texture de l'attiéké.

REFERENCES

- Fortin J., Desmarais G., Assovie O. et Diallo M. (1998) – L'attiéké couscous de la côte-d'ivoire in le monde alimentaire, vol2, N°6

- Diop A. (1992) L'attiéké dans la région d'Abidjan. Analyse économique de la filière traditionnelle de quelques types d'organisation (Adjoukrou, Ebrié, Attié), thèse de 3ème cycle en économie.

- Notice technique bacteriologie, Volume 2 et 3 BIORAD, Ed. Raymond-Poincarre

- J.B.Assanvo, G.N. Agbo, Y.E.N. Behi, P. Coulin, Z. Farah
Microflora of traditional starter made from cassava for "attiéké" production in Dabou, Elseiver, Food control, 2004

- Kouadio N.A., Kouakou K.E., Angbo S.F., Mosso K.
Etude comparative des méthodes traditionnelles de préparation de l'attiéké dans le sud de la côte-d'ivoire, Vol N° 108- IAA Septembre 1991.

- ABOUA F., (1998). Optimum conditions for cooking attiéké. Centre Ivoirien de Recherche Technologique. *Tropical Sciences*, (38) : 220-223p

G. Amani, C. Nindjin, B. N'Zué, A. Tschannen, D. Aka (éditeurs), 2007. Potentialités à la transformation du manioc (Manihot esculenta Crantz) en Afrique de l'Ouest, Actes de l'atelier international UAA-CSRS-CNRA-I2T, 4-7 juin 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire, 341p.

A case study to develop an appropriate quality assurance system for two cassava-based convenience foods

[1]Paa-Nii. T JOHNSON, [2] Keith .I. TOMLINS, [1] Charlotte ODURO-YEBOAH, [1]Charles TORTOE & [3]Enoch. T. QUAYSON,

[1]Food Research Institute (CSIR), Box M. 20, Accra, Ghana
[2]Natural Resources Institute, University of Greenwich, Chatham, UK,
[3]Dept. Nutrition & Food Science, University of Ghana, Box LG 134, Legon, Ghana

Over the last few years, there has been an increased interest in the production of cassava-based convenience foods for the urban markets in West Africa. Most consumers want to be assured of the quality and safety of these products. This paper reports on a case study, involving two food industries, to develop an appropriate quality assurance for two popular cassava-based convenience foods in Ghana, *fufu* and *kokonte* flour. Based on the HACCP principle, the pre-requisite programmes of the two companies were first assessed, HACCP teams were constituted, flow diagrams constructed and verified, critical control points with accompanying critical limits, monitoring procedures, corrective actions, verification procedures, record keeping and documentation procedures were established. The paper finally highlights some difficulties that potential cassava-based factories might face in ensuring safe and quality products.

Keywords: Cassava-based food products, *fufu* flour, *kokonte* flour, food safety, HACCP.

1. INTRODUCTION

In West Africa, two popular traditional cassava-based staple foods are pounded *fufu* and *kokonte*. In response to growing demand by working families as well as for export, convenience forms of these two cassava-based products are increasingly being produced by a number of small and medium-scale food industries in Ghana. To meet the requirements of the World Trade Organization's (WTO) sanitary and phytosanitary (SPS) agreement, a number of these food industries have taken steps to improve upon the safety and quality management systems for these two products.

The SPS agreement recognizes the role of food safety system based on the principles of the hazard analysis critical control points (HACCP) [1]. A necessary condition for the use of this principle, by any food factory, is that a full operational pre-requisite programme must be in place. This is a case study, carried out from 2004 to 2006, to develop appropriate quality assurance systems for *fufu* flour and *kokonte* flour produced by two Accra-based food companies, Company A and Company B.

2. EXPERIMENTAL

2.1 Baseline Audit

Baseline audits of the pre-requisite programmes for the implementation of HACCP were carried over a period of one month for each of the companies using the methods of Dillon & Griffith [2]. The ten pre-requisite programmes assessed were the structure and fabrication, storage facilities, raw materials, process equipment, personnel standards, food handling practices, quality assurance, pest prevention, cleaning systems and management control. Each programme had ten sub-programmes expected to be satisfactorily performed by the company. A 5 point scoring system, starting from "*not performed*" to "*very well performed* "was used. As part of the assessment, samples of raw materials, in-process materials as well as finished products were taken and analysed at the microbiology and chemistry laboratories of the Food Research Institute of Ghana. A report on non-compliances identified and the recommended corrective actions was prepared for implementation by each company.

2.2 Preliminary steps for HACCP Implementation

The HACCP implementation was carried out a year after the baseline audits, when the two companies have had the chance to correct most of the non-compliances identified during the baseline audit. The HACCP system was based on the methods by the Codex Alimentarius [3]. To start it all, a HACCP team was first constituted for each factory. Each team was made of the production and quality control managers, three production supervisors, purchasing officer and the cleaner. Several sessions were held with these teams to explain the principles and methods used in HACCP systems. The expected role of each member of team in the HACCP implementation programme was carefully explained. For each product, a full description and its intended use were documented together with team. Next, the terms of reference of the management of the two companies in respect of the HACCP systems were fully defined.

2.3 HACCP Steps

2.3.1 Hazard Analysis

Hazard identification implies listing of the hazards of potential significance. For inclusion in this list, the hazard must be of such a nature that the prevention, elimination or reduction of these to acceptable levels is essential to the production of a safe product [3].

2.3.2 Establishing Critical Control Points (CCPs)

The HACCP implementation began with construction of the process flow diagrams (PFDs) of the two products with the teams, followed by on-site verification of the PFDs. During this exercise, and for each process step, all potential hazards, their sources and possible control measures were discussed and documented in the form of worksheets. The hazard analysis included any previous reports the two factories had earlier regarding safety of their products, recall of products as well as results of the analysis carried out on samples taken during the baseline audit. The critical control points (CCPs) were then established using the Codex decision tree [1]. Critical limits and monitoring procedures for each of these limits were then established. Corrective actions that need to be undertaken in the event of something going wrong and verification procedures were established. Finally, the type and procedures for record keeping and documentation were established [3].

2.3.4 Establishing Standard Operating Procedures & Quality Manual

To assist proper monitoring, the HACCP teams in the two companies were assisted to draw up standards operating procedures and working instructions for production staff for the main processing sections. These were boldly written printed in the form of posters mounted at the various sections. In addition, the HACCP team were assisted to identify and list out laboratory analyses that need to undertaken periodically to verify the quality and safety of two products. All these were documented in a quality manual.

2.3.5 Instituting Internal Audit Scheme

To assist periodic verification of the HACCP Plan, the managements of the two companies were also introduced to the principles and procedures for internal auditing. Two of such internal audits were carried out with the companies during the two-year period during the implementation of the HACCP plans.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Description of Products and Intended Use

Fufu flour is a convenience form of pounded fufu, made from cassava and either plantain or cocoyam or yam flour. Its moisture content is 6 % (w/w) and has a stable shelf life of 1.5 -2 years. It is made into a thick paste by adding boiling water and eaten immediately with soup.

Kokonte Flour is made from partially-fermented cassava chips, sun/solar-dried and milled into flour. Its moisture content (6 % w/w), pH (4.6), shelf-stable (1.5 – 2 years) and used as in *fufu* flour.

3.2 Hazards, Critical Control Points (CCPs), Critical Limits and Monitoring Procedures

Table 1: Types, sources of hazards, control measures and monitoring procedures for identified CCPs during production of cassava- plantain *Fufu* flour.

Process step	Hazards & Sources	Critical Limits & Control Measures	Monitoring
Washing of raw materials CCP	V. p e.g *E. coli, Salmonella, Vibro cholerae,* Fungal spores. water from storage tank	Treat storage water with chlorine	Use of microbiological kits
Drying CCP	Pathogenic bacteria. If dryer temperature is low.	Temperature: 55 - 65°C	
Cleaning CCP	Spoilage & pathogenic organisms. Spent water	Clean premises, processing equipment, GHP & GMP	Visual inspection. Cleaning records

Table 2: Types, sources of hazards, control measures and monitoring procedures for identified CCPs during production of *kokonte* flour.

Process step	Hazards & Sources	Critical Limits & Control Measures	Monitoring
Washing of raw materials CCP	V. p e.g *E. coli, Salmonella, Vibro cholerae* ,Fungal spores . water from storage tank	Treat storage water with chlorine	Use of microbio-logical kits
Partial Fermentation CCP	Spoilage & pathogenic organisms	Correct fermentation time, Cover the fermenting chips	Cooking temperature and time, water quality
Solar drying CCP	Aflatoxins; due to inadequate/ prolonged drying due to bad weather	……. ppm chip thickness < 7mm Temperature > 50 °C mm	Analyze for aflatoxins with kit
Cleaning CCP	Spoilage & pathogenic organisms.	Clean premises, processing equipment, GHP & GMP	Visual inspection. Cleaning records

Tables 1 and 2 highlight the main processing steps with CCPs, the critical limits, control measures and monitoring procedures for the two products. The HACCP Implementation required that there should be periodic sampling of the products from identified CCPs as well as from final products for microbiological and chemical analysis by an approved laboratory. This is for especially for kokonte flour which from previous evidence showed the tendency to become mouldy and therefore the possibility of the presence of aflatoxins, brown and attacked by weevils. One major problem with this is that the number of food analytical laboratories in Ghana is rather low. The high cost of services and the slow delivery time are major worrying factors for the food manufacturing companies in Ghana. These few laboratories are also constrained by the lack of requisite and modern equipment. Analytical chemicals are normally hard to come by. Presently, none of laboratories have been accredited to international standards, meaning that analytical results from any of them may not be acceptable for export trade purpose in several countries [6].

To assist the production manager, Standard Operating Procedures (SOPs) were developed for the various key processing sections to ensure regular compliance to the HACCP Plan. Table 3 gives that for the *kokonte* flour.

Table 3: Standard Operating Procedure Developed for the Production of *Kokonte* Flour

Process step	Standard operating procedures
Washing	1. Wear gloves, nose musk and head gear, 2. Wash bowls thoroughly, 3. Use clean water.
Slice	1. Clean the slicer, 2. Remove the 3 components of slicer and clean,3. Check sharpness of blade. 4. Fix back dismantled parts. 5. Check on movement of belt.6. Power check. 7. Introduce product
Ferment	1. Wear gloves, nose musk and head gear, 2. Use clean water and bowls.3. Cover bowl with nets. 4. Check daily.
Drying)	1. Wear gloves, nose musk and head gear. 2. Clean trays (clean water/ metabisulphite). 3. Allow trays to dry. 4. Put trays into dryers. 5. Set into 70˚C . 6. Check after 7 hours
Milling	1. Wear gloves, nose musk and headgear. 2. Clean filters before and after milling. 3. Clean the receptacle. 4. Clean sifters, blades and hammers 5. Test-run machine. 6. Replace filters. 7. Introduce product.
Cleaning	1.Use of Cleaning In Process system(CIP). 2.Use of food-grade sanitizing washing soap for each time 3. Use clean water .

Table 3 highlights number key requirements for ensuring safety of the products. Some of these have bearing on the type of plant and machinery, equipment and tools used for processing. It is a requirement all contact areas for food in

processing equipment must be made of stainless steel. Unfortunately, in Ghana stainless steel is not easily available, but also very costly. Even when this is available, those selling them are unable to give the correct specification on gauge, size and materials' strength. This is one major worry for the design engineer. The qualities of fabricated machines, like stainless steel slicers, dryers and milling machines in the case of the two products under study, are therefore low leading to frequent breakdown. And because the parts and tools also not standardized, the downtimes of most the processing machines are long [6]. Unfortunately, most commercial banks are not too willing to give concessionary medium to long-term loans to micro- and small-scale food producing companies. The high rate of interest for short-term loans that are offered is too risky for most entrepreneurs. Thus, they are unable to source funds to buy required plants and machinery for improving their working facilities; all of which would have helped the companies to ensure good manufacturing and hygienic practices and thus continued implementation of the HACCP plans.

4. CONCLUSIONS

This case-study has demonstrated that the food safety management system based on the HACCP principles is applicable to the production of two popular cassava-based convenience food products, *fufu* and *kokonte* flour, in Ghana. Continued and effective use of the HACCP Plans is contingent on addressing some of the constraints facing the food industry in Ghana.

5. REFERENCES

[1] Codex Committee on Food Hygiene (1997) HACCP System and Guidelines for its Application. In: *Food Hygiene Basic Texts*. Rome FAO/ WHO Codex Alimentarius Commision. Pp 33 -45.

[2] Dillon, M and Griffith, C (1997) *How to Audit, Verifying Food Control Systems*, Grimsby: M. D Associates

[3] Casani, S & Knochel, S. (2002) Application of HACCP to water reuse in the food industry. *Food Control*, 13, 315 -327.

[4] Amoa-Awua, W.K., Halm, M & Jokobsen, M (1998) HACCP system for traditional African fermented foods: Kenkey. WAITRO, Denmark.

[6] Johnson, P-N.T. (2002) Inception Report for the Food Component of the Integrated Program for Ghana, United Nations Industrial Development Organisation, Accra.

6. ACKNOWLEDGEMENT

The financial support of the EU Cassava SMEs Project. Contract 1CA4-2002-1006 is gratefully acknowledged.

G. Amani, C. Nindjin, B. N'Zué, A. Tschannen, D. Aka (éditeurs), 2007. Potentialités à la transformation du manioc (Manihot esculenta Crantz) en Afrique de l'Ouest, Actes de l'atelier international UAA-CSRS-CNRA-I2T, 4-7 juin 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire, 341p.

Une étude de cas visant à élaborer un système d'assurance de qualité adaptée à deux aliments prêt-à-servir à base de manioc

[1]Paa-Nii. T JOHNSON, [2] Keith .I. TOMLINS, [1] Charlotte ODURO-YEBOAH, [1]Charles TORTOE & [3]Enoch. T. QUAYSON,

[1]Food Research Institute (CSIR), Box M. 20, Accra, Ghana
[2]Natural Resources Institute, University of Greenwich, Chatham, UK,
[3]Dept. Nutrition & Food Science, University of Ghana, Box LG 134, Legon, Ghana

Ces dernières années, la production d'aliments prêt-à-servir à base de manioc destinés aux marchés urbains de l'Afrique de l'Ouest a suscité un intérêt accru. La plupart des consommateurs veulent avoir l'assurance que ces produits présentent qualité et sécurité. Le présent travail rend compte d'une étude de cas, qui portent sur deux industries alimentaires, visant à élaborer une assurance de qualité adaptée à deux aliments prêt-à-servir à base de manioc fort prisés au Ghana, notamment la farine de *foufou* et la farine de *kokonte*. Fondés sur le principe HACCP, les programmes préalables des deux sociétés ont d'abord fait l'objet d'une évaluation, des équipes HACCP ont été constituées, des schémas de traitement ont été construits et contrôlés, les points de contrôle critiques avec les limites critiques à l'appui, les procédures de surveillance, les mesures correctives , les procédures de vérification, la tenue des dossiers et les procédures de la documentation ont été élaborés. Enfin, le travail attire l'attention sur certaines difficultés auxquelles les potentielles usines de transformation de manioc pourraient être confrontées en faisant tout pour produire des produits de qualité et qui ne présentent aucun risque.

Mots clés : Produits alimentaires à base de manioc, farine de *foufou*, farine de *kokonte*, sécurité des aliments, HACCP.

1. INTRODUCTION

En Afrique de l'Ouest, on trouve deux aliments traditionnels de base fort prisés à base de manioc, à savoir le *foufou* pilé et le *kokonte* pilé. En réponse à la demande croissante exprimée par les parents qui travaillent ainsi que pour l'exportation, des formes prêt-à-servir de ces deux produits à base de manioc sont de plus en plus produits par un certain nombre de petites et moyennes industries alimentaires au Ghana. Afin de satisfaire aux exigences découlant de l'accord de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) sur les mesures sanitaires et phytosanitaires (SPS), un certain nombre de ces industries alimentaires ont pris des mesures visant à améliorer les systèmes de gestion de la sécurité et de la qualité de ces deux produits.

L'accord sur les SPS reconnaît le rôle du système de sécurité des aliments sur la base des principes de la méthode d'analyse des dangers et maîtrise des points critiques (HACCP) [1]. Une condition nécessaire pour l'utilisation de ce principe, par une quelconque usine alimentaire, réside dans le fait qu'un programme préalable complet opérationnel doit être mis en place. Il s'agit ici d'une étude de cas, réalisée de 2004 à 2006, en vue d'élaborer des systèmes d'assurance de qualité adaptés à la farine de *foufou* et à la farine de *kokonte* produites par deux sociétés alimentaires basées à Accra, Société A et Société B.

2. EXPERIMENTAL

2.1 Vérification de la base de référence

Les vérifications de la base de référence des programmes pré-requis pour la mise en œuvre de la méthode HACCP ont été effectuées sur une période d'un mois pour chacune des sociétés au moyen des méthodes de Dillon & Griffith [2]. Les dix programmes pré-requis évalués étaient la structure et fabrication, les installations de stockage, les matières premières, le matériel de fabrication, les normes relatives au personnel, les méthodes de manipulation des aliments, l'assurance de la qualité, la prévention et la lutte contre les insectes et les rongeurs, les systèmes de nettoyage et le contrôle de gestion. Chaque programme comportait dix sous-programmes qu'on s'attend à ce que la société mette en œuvre de façon satisfaisante. Un système de notation à 5 points, commençant par “*non exécuté*” à “*très bien exécuté* “ a été utilisé. Dans le cadre de l'évaluation, des échantillons des matières premières, des matières en cours de traitement ainsi que des produits finis ont été prélevés et analysés aux laboratoires de microbiologie et de chimie du Food Research Institute du Ghana. Un rapport sur des inobservations identifiées et les mesures correctives recommandées a été rédigé aux fins de leur mise en œuvre par chaque société.

2.2 Mesures préliminaires de la mise en œuvre de l'HACCP

La mise en œuvre de la méthode HACCP a été réalisée une année après les vérifications de base de référence, lorsque les deux sociétés ont eu l'occasion de corriger la majeure partie des non inobservations identifiées au cours de la vérification de base de référence. Le système HACCP était fondé sur les méthodes selon le Codex Alimentarius [3]. Au tout début, une équipe HACCP a d'abord été mise sur pied pour chaque usine. Chaque équipe était composée des directeurs du contrôle de la production et de la qualité, de trois superviseurs de la production, de l'agent des achats et du nettoyeur. Plusieurs séances ont été tenues avec ces équipes en vue d'expliquer les principes et méthodes utilisés dans les systèmes HACCP. Le rôle attendu de chaque membre d'équipe dans le programme de mise en œuvre de la méthode HACCP a été expliqué avec soin. Pour chaque produit, une description complète et son utilisation prévue ont été consignées ensemble avec l'équipe. Ensuite, les termes de référence de la gestion des deux sociétés par rapport aux systèmes HACCP ont été entièrement définis.

2.3 Mesures HACCP

2.3.1 Analyse des risques

La détermination des risques implique l'énumération des risques qui présentent une importance potentielle. Pour figurer sur cette liste, le risque doit être de nature telle que leur prévention, leur élimination ou leur réduction à des niveaux acceptables soit indispensable à la production d'un produit qui ne présente aucun risque [3].

2.3.2 Créer des points de contrôle critiques (CCP)

La mise en œuvre de la méthode HACCP a débuté avec la construction des diagrammes des opérations (DO) des deux produits avec les équipes, suivie de la vérification des DO sur le terrain. Au cours de cette opération, et pour

chaque étape du procédé, tous les risques potentiels, leurs sources et leurs mesures de contrôle possibles ont fait l'objet de discussion et ont été consignés sous forme de feuilles de travail. L'analyse des risques englobait tous les rapports précédents que les deux usines ont eus auparavant en ce qui concerne la sécurité de leurs produits, le rappel de produits ainsi que les conclusions de l'analyse effectuée sur des échantillons prélevés au cours de la vérification de la base de référence. Les points de contrôle critiques (PCC) ont été ensuite créés au moyen de l'arbre de décision Codex [1]. Les limites critiques et les procédures de surveillance pour chacune de ces limites ont été ensuite établies. Les mesures correctives qui doivent être prises au cas où quelque chose se passerait mal et les procédures de vérification ont été établies. Enfin, le type et les procédures de la tenue des registres et de la documentation ont été établis [3].

2.3.4 Création des procédures normalisées d'exploitation et Manuel qualité.

Afin d'aider la surveillance convenable, les équipes HACCP des deux sociétés ont bénéficié d'aide pour élaborer des procédures d'exploitation normalisées et des instructions de travail à l'intention du personnel de production des principales sections de transformation. Celles-ci ont été écrites en caractères gras et imprimées sous forme d'affiches postées dans les diverses sections. En outre, les équipes HACCP ont bénéficié d'aide pour déterminer et faire la liste des analyses de laboratoire qui doivent être réalisées de façon périodique afin de contrôler la qualité et la sécurité des deux produits. Tous ces éléments ont été consignés dans un manuel qualité.

2.3.5 Instauration d'un système de vérification interne

Afin d'aider à la vérification périodique du plan HACCP, on a également fait découvrir aux dirigeants des deux sociétés les principes et procédures de la vérification interne. Deux vérifications internes de ce genre ont été effectuées avec les sociétés au cours de la période de deux ans pendant la mise en œuvre des plans HACCP.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Description des produits et utilisation prévue

La *farine de foufou* est une forme tout préparée du foutou pilé, fabriquée à partir de la farine de manioc et soit de banane plantain, soit de taro, soit d'igname. Sa teneur en eau est de 6 % (w/w) et présente une conservabilité au détail stable de 1,5 - 2 ans. Elle se transforme en une pâte épaisse lorsqu'on y ajoute de l'eau bouillante et se consomme immédiatement avec de la sauce.

La farine de Kokonte est fabriquée à partir de cossettes de manioc en partie fermentées, séchées au soleil et moulues pour obtenir de la farine. Sa teneur en eau est de (6 % w/w), pH (4.6), elle est de longue conservation (1,5 – 2 ans) et utilisée comme dans la farine de *foufou*.

3.2 Risques, Points de contrôle critiques (PCC), Limites critiques et procédures de surveillance

Tableau 1 : Types, sources de risques, mesures de contrôle et les procédures de surveillance pour les PCC identifiés durant la production de la farine de *foufou de manioc et de banane*.

Etape de procédé	Risques & Sources	Limites critiques & Mesures de contrôle	Surveillance
Lavage des matières premières PCC	V. p e.g *E. coli, Salmonella, Vibro cholerae,* spores fongiques. l'eau provenant du réservoir de stockage	Traitez l'eau de stockage avec du chlore	Utilisation des kits microbiologiques
Séchage PCC	Bactéries pathogènes. Si la température plus sèche est basse.	Température : 55 - 65°C	
Nettoyage PCC	Détérioration et organismes pathogènes. L'eau usée	Nettoyez le local, le matériel de traitement, GHP & GMP	Inspection visuelle. Registres de nettoyage

Tableau 2: Types, sources de risques, mesures de contrôle et procédures de surveillance pour les PCC identifiés au cours de la production de la farine de *kokonte* .

Etape de procédé	Risques & Sources	Limites critiques & Mesures de contrôle	Surveillance
Lavage des matières premières PCC	V. p e.g *E. coli, Salmonella, Vibro cholerae* , spores fongiques . l'eau provenant du réservoir de stockage	Traitez l'eau de stockage avec du chlore	Utilisation des kits microbio-logiques
Fermentation partielle PCC	Détérioration & organismes pathogènes	Corrigez le temps de fermentation Couvrez les cossettes en fermentation	Température et temps de cuisson, qualité de l'eau
Séchage au soleil PCC	Aflatoxines ; dues au séchage inadapté/ prolongé à cause du mauvais temps	……. ppm épaisseur des cossettes < 7mm Température > 50 °C mm	Analysez avec le kit pour déterminer la présence d' aflatoxines
Nettoyage PCC	Détérioration et organismes pathogènes.	Nettoyez le local, le matériel de traitement, GHP & GMP	Inspection visuelle. Registres de nettoyage

Les Tableaux 1 et 2 montrent les principales étapes de la transformation avec les PCC, les limites critiques et les procédures de surveillance pour les deux produits. La mise en œuvre de la méthode HACCP a nécessité qu'il y ait un prélèvement périodique d'échantillons des produits à partir des PCC identifiés ainsi qu'à partir des produits finaux à des fins d'analyses chimique et microbiologique effectuées par un laboratoire agréé. Ceci concerne surtout la farine de *kokonte* qui à partir d'observation précédente a indiqué la tendance à moisir et par conséquent la possibilité de la présence d'aflatoxines, de devenir marron et d'être attaquées par les charançons. Un problème majeur qui se pose avec celle-ci réside dans le fait que le nombre de laboratoires d'analyse d'aliments au Ghana est plutôt bas. Le coût élevé des services et le délai de livraison lent constituent des facteurs inquiétants importants pour les sociétés de transformation des aliments au Ghana. Ces rares laboratoires sont également limités par le manque de matériel moderne nécessaire. Les produits chimiques analytiques sont d'ordinaire difficiles à trouver. A l'heure actuelle, aucun des laboratoires n'a été agréé aux normes internationales, ce qui revient à dire que les résultats analytiques émanant de n'importe lequel d'entre eux pourraient ne pas être acceptables en vue de l'exportation vers plusieurs pays [6].

Pour aider le gestionnaire de la production, les procédures d'exploitation normalisées (PEN) ont été élaborées pour les diverses sections clés de transformation afin d'assurer l'observation régulière du plan HACCP. Le Tableau 3 donne celle de la farine de *kokonte*.

Le Tableau 3 montre le nombre d'exigences clés en vue d'assurer la sécurité des produits. Certaines de ces exigences influent sur le type d'usine et de machines, de matériel et d'outils utilisés pour la transformation. C'est une exigence qui veut que toutes les surfaces de contacts avec l'aliment dans le matériel de transformation soient obligatoirement fabriquées en acier inoxydable. Malheureusement, au Ghana l'acier inoxydable n'est pas facilement disponible, et il est également très onéreux. Même lorsque qu'il est disponible, ceux qui les vendent sont incapables de donner la spécification correcte relative au calibre, à la taille et à la résistance des matériaux. Il s'agit de l'un des plus gros soucis de l'ingénieur concepteur. Les qualités des machines fabriquées, telles que les trancheuses en acier inoxydable, les séchoirs et les machines de concassage dans le cas des deux produits qui font l'objet de cette étude, sont par conséquent médiocres entraînant des pannes fréquentes. Et comme les pièces et les outils ne sont pas normalisés non plus, les temps de pannes de la plupart des machines de transformation sont longs [6]. Malheureusement, la plupart des banques commerciales ne sont pas beaucoup disposées à accorder des prêts de moyen à long terme à des conditions de faveur aux micro- et petites entreprises de transformation alimentaire. Le taux d'intérêt élevé pour les prêts à court terme qui sont proposés comporte trop de risques pour la plupart des entrepreneurs. En conséquence, ils sont incapables de rechercher des financements pour acquérir les usines et machines requis pour améliorer leurs installations de travail ; toutes choses qui auraient permis aux sociétés d'assurer de bonnes pratiques de

production et d'hygiène et de ce fait poursuivre la mise en œuvre des plans HACCP.

Tableau 3: Procédure d'exploitation normalisée élaborée pour la production de la farine de *Kokonte*

Etape de procédé	Procédures d'exploitation normalisées
Lavage	1. Portez des gants, un masque nasal et un casque de protection, 2. Lavez les bols à fond, 3. Utilisez de l'eau propre.
Découpez en tranches	1. Nettoyez la trancheuse, 2. Enlevez les 3 éléments de la trancheuse et nettoyez, 3. Vérifiez le tranchant de la lame. 4. Remontez les pièces démontées. 5. Vérifiez le mouvement de la ceinture .6. Vérifiez l'alimentation électrique. 7. Introduisez le produit
Laissez en fermentation	1. Portez des gants, un masque nasal et un casque de protection, 2. Utilisez de l'eau et des bols propres.3. Recouvrez le bol avec des filets nets. 4. Vérifiez tous les jours.
Séchage)	1. Portez des gants, un masque nasal et un casque de protection. 2. Nettoyez les plateaux (de l'eau propre / du métabisulfite). 3. Laissez sécher les plateaux. 4. Placez les plateaux dans les séchoirs. 5. Réglez sur 70˚C . 6. Vérifiez après 7 heures
Concassage	1. Portez des gants, un masque nasal et un casque de protection. 2. Nettoyez les filtres avant et après concassage. 3. Nettoyez le réceptacle. 4. Nettoyez les tamis, les lames et les marteaux 5. Soumettez la machine à l'essai de fonctionnement. 6. Remettez les filtres en place. 7. Introduisez le produit.
Nettoyage	1. Utilisez le système de nettoyage en cours de traitement. 2. Utilisez du savon à laver de désinfection de qualité alimentaire chaque fois 3. Utilisez de l'eau propre.

4. CONCLUSION

La présente étude de cas a démontré que le système de gestion de la sécurité des aliments fondés sur les principes HACCP est applicable à la production de deux produits alimentaires prisés prêt-à-servir à base de manioc, la farine de *foufou* et la farine de *kokonte*, au Ghana. L'utilisation continue et efficace des plans HACCP est subordonnée à la résolution de certaines des contraintes auxquelles l'industrie alimentaire est confrontée au Ghana.

5. REFERENCES

[1] Codex Committee on Food Hygiene (1997) HACCP System and Guidelines for its Application. In : *Food Hygiene Basic Texts*. Rome FAO/ WHO Codex Alimentarius Commision. Pp 33 -45.

[2] Dillon, M and Griffith, C (1997) *How to Audit, Verifying Food Control Systems*, Grimsby: M. D Associates

[3] Casani, S & Knochel, S. (2002) Application of HACCP to water reuse in the food industry. *Food Control*, 13, 315 -327.

[4] Amoa-Awua, W.K., Halm, M & Jokobsen, M (1998) HACCP system for traditional African fermented foods: Kenkey. WAITRO, Denmark.

[6] Johnson, P-N.T. (2002) Inception Report for the Food Component of the Integrated Program for Ghana, United Nations Industrial Development Organisation, Accra.

6. REMERCIEMENTS

The financial support of the EU Cassava SMEs Project. Contract 1CA4-2002-1006 is gratefully acknowledged.

Actes du 1er Atelier International
Potentialités à la transformation du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Afrique de l'Ouest

Proceedings resulting from the 1st International Workshop
Potential of Cassava (Manihot esculenta* Crantz*) Processing in West Africa

04-07 Juin / June 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire

Partie 3 / *Part 3*

Thème 3:
Echanges entre les acquis de la recherche et développement et les potentialités traditionnelles à la commercialisation et à la transformation du manioc

Topic 3:
Sharing experiences between scientific research and development and traditional potential of marketing and processing cassava

Actes du 1er Atelier International
Potentialités à la transformation du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Afrique de l'Ouest

Proceedings resulting from the 1st International Workshop
Potential of Cassava (Manihot esculenta* Crantz*) Processing in West Africa

04-07 Juin / June 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire

Commission 1:
Commercialisation des produits à base de manioc et attentes des consommateurs

Committee 1:
Marketing of cassava-based products and consumers expectations

Travaux en commissions thématiques parallèles

Thème : Echanges entre les acquis de la recherche et développement et les technologies traditionnelles de commercialisation et de transformation du manioc.

Commercialisation des produits à base de manioc et attentes des consommateurs

Objectifs des travaux

- discuter de façon approfondie des résultats déjà obtenus;
- déterminer les potentialités d'application des acquis de la recherche et développement au bénéfice des acteurs du milieu artisanal et industriel;
- déterminer des thèmes de recherches pouvant servir à écrire des projets de recherches

Plan des travaux

1. Problèmes (contraintes)
2. Priorisation des problèmes
3. Opportunités existantes
4. Proposition d’axes de recherche

Sommaire des discussions en plénière

Problèmes

- ✓ manque/prix de matière première
- ✓ la distribution et la disparition geospatiale de l’offre en matière première
- ✓ le prix et le transport de la matière première
- ✓ les teneurs en HCN dans les produits traditionnels à base de manioc ne sont pas encore respectées car le système de marketing n’est pas bien organisé en Afrique de l’Ouest.
- ✓ l’utilisation très limitée de la farine de manioc pourtant le marché d’utilisation existe
- ✓ Au Cameroun, la demande en amidon est supérieure à l’offre ce qui oblige les cartonneries à importer chaque année de l’amidon à hauteur de 2 milliards de f CFA

Propositions de solution

Production :

- ✓ Intensification de la production du manioc (mécanisation)
- ✓ Développement de stratégies de marketing sous-régionales et régionales respectant les zonations agro-écologiques de chaque pays producteurs.
- ✓ Etudier la situation de terrains cultivables
- ✓ Stabiliser les rendements (varier les taux d’engrais utilisés)
- ✓ Utiliser des techniques culturales qui évitent les mauvaises herbes

Commercialisation

- ✓ Etudier les prix des matières premières ;
- ✓ Etablir un contrat en bon et due forme avec les producteurs.
- ✓ Mettre en place une subvention de la production du manioc par les pouvoirs publics à l’image de la politique rizicole asiatique

- ✓ Egaliser les niveaux d'utilisation (alimentation humaine, animale et usages industriels) du manioc afin de relever la production du manioc en Afrique.
- ✓ Identifier et stimuler les marchés de transformation du manioc au Burkina Faso
- ✓ Créer une organisation qui permet d'échanger les produits entre pays et de les vulgariser. Mais cela est difficile car tout se mêle à la politique et on tourne beaucoup en rond. Cependant il faut écrire dans les journaux scientifiques et en parler toute fois que l'occasion se présente.

Exemple : La promotion de la filière « manioc » au Burkina Faso se fait par une facilitation du processus, de prestataires de services publiques et de services intégrés

Stimulation de la demande

- ✓ Stimuler la production du manioc à travers la mise en place d'unités de production d'amidon et dérivés et la maîtrise des technologies ainsi que leur adoption.
- ✓ Incorporation du manioc dans les aliments de bétail déjà existants
- ✓ Utiliser les épluchures de manioc comme source de protéine / source d'énergie.
- ✓ la farine de manioc non fermentée constitue l'avenir de la culture du manioc en Afrique

Exemple :un biodigesteur a été construit et le gaz produit est utilisé pour le séchage et la cuisson des produits transformés.

Institutionnel

- ✓ Unir les différentes connaissances et synergies de chaque structure pour aller de l'avant
- ✓ Dans la reforme agronomique, la vulgarisation doit être associée à la recherche, cela permet d'aller vers les producteurs et de prendre en compte leur desiderata.
- ✓ Au niveau institutionnel, il est important de relever que les conseils d'administration des structures de recherche, vulgarisation et du financement comportent des producteurs.
- ✓ Monter des projets de recherche sur le post-récolte du manioc (utilisation, marketing, processing, machinérie, préférences des consommatuers) en vue d'augmenter les utilisation et donc la demande du manioc.

Actes du 1er Atelier International
Potentialités à la transformation du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Afrique de l'Ouest

Proceedings resulting from the 1st International Workshop
Potential of Cassava (Manihot esculenta* Crantz*) Processing in West Africa

04-07 Juin / June 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire

Commission 2:

Acquis de la recherche et développement au bénéfice des technologies traditionnelles de transformation du manioc

Committee 2:

Potential of scientific research and development in aid of traditional technologies of cassava processing

Travaux en commissions thématiques parallèles

Thème : Echanges entre les acquis de la recherche et développement et les technologies traditionnelles de commercialisation et de transformation du manioc.

Potentialités d'application des acquis de la recherche et développement au bénéfice des technologies traditionnelles de transformation de manioc

Objectif des travaux

- discuter de façon approfondie des résultats déjà obtenus;
- déterminer les potentialités d'application des acquis de la recherche et développement au bénéfice des acteurs du milieu artisanal et industriel;
- déterminer des thèmes de recherches pouvant servir à écrire des projets de recherches

Plan des travaux

1. Problèmes (contraintes)
2. Priorisation des problèmes
3. Opportunités existantes
4. Propositions d'axes de recherche

Sommaire des discussions en plénière :

Thèmes :

- ✓ Produits liés aux caractéristiques organoleptiques et à la composition chimique du manioc
- ✓ Les applications selon les propriétés fonctionnelles de l'amidon de manioc, les produits dérivés de l'amidon de manioc.
- ✓ Les femmes = frange de la population la plus pauvre. La transformation du manioc leur fournit immédiatement un revenu.
- ✓ Les appareillages de transformations du manioc en produits semi finis et finis,
- ✓ Les formulations alimentaires à base de produits dérivés du manioc (Farine, foutou, amidon)
- ✓ Les influences des saisons et des sols sur les comportements des produits dérivés du manioc (tubercule cru ou cuit, Farine, foutou, attiéké et amidon), et enfin
- ✓ Les propriétés physicochimiques et fonctionnelles des amidons et farines de manioc en comparaison avec celles dérivés d'amidon d'igname.

Problèmes

- ✓ le prix élevés des matières premières,
- ✓ l'absence de technologies adaptées,
- ✓ l'approvisionnement irrégulier des unités de transformation,
- ✓ la faiblesse des activités de recherche sur le manioc et ses produits dérivés
- ✓ l'absence de stratégies de développement de la culture du manioc.
- ✓ Comment organiser les études en tenant compte de la saisonnalité et le changement des saisons dans le cadre du réchauffement global ?

Propositions de solutions

Produits / utilisation

- ✓ Créer de nouvelles variétés par le génie génétique,
- ✓ Créer de nouveaux produits dérivés,
- ✓ Pour des tests de fabrication de pain, incorporer avec de la farine de manioc, il est souhaitable d'utiliser autant de boulangeries artisanales et industrielles.
- ✓ Produire du biocarburant (ethanol) à partir du manioc tout en maîtrisant les variantes environnementales
- ✓ Justifier les différences de comportement à la transformation de manioc récolté juste après la pluie, en fonction des techniques culturales, pédologiques etc.

Appareils / Outillage

- ✓ Maîtriser le séchage dans le procédé de fabrication
- ✓ Normes Africaines pour la transformation du manioc
- ✓ Confectionner des appareils qui puissent faire l'épluchage pour des quantités artisanales à un prix accessible
- ✓ Prendre en compte les aspects sociologiques pour l'adoption des outillages pour la transformation du manioc
- ✓ Les appareils doivent également prendre en compte la disponibilité en eau, l'environnement, le coût, consommation d'énergie, utilisation de machine motorisée
- ✓ Pour l'étude comparative de matériel nouveau, il est souhaitable d'avoir un témoin bien connu et dont on maîtrise les caractéristiques.
- ✓ Fabrication des gels d'amidon stables pour des utilisations dans le secteur textile
- ✓ Proposer un équipement à faible coût, facile d'utilisation, sûr, consommant peu de courant/consommables
- ✓ Définir un standard de pressage pour l'obtention d'attiéké d'une qualité donnée

Questions de recherche

- ✓ Projet de recherche socio-économique y compris effets sur la santé.
- ✓ Monter des projets de recherche sur le post-récolte du manioc (utilisation, marketing, processing, machinérie, préférences des consommatuers) en vue d'augmenter les utilisation et donc la demande du manioc.
- ✓ Au niveau de la recherche peut-on se rapprocher de l'attieké initial (originel ?) afin de préserver le goût
- ✓ Proposer la mise en place de procèdes de l'analyse de points critiques HACCP (hasard analyse of cortical point) pour assurer la qualité des aliments

Institutionnel

- ✓ le renforcement des capacités,
- ✓ la création d'unités industrielles génératrices d'emploi
- ✓ l'amélioration de la coopération entre les structures de recherches sur le manioc
- ✓ des initiatives post-récoltes doivent être prises par la mise en place de guides de transformations du manioc. Ce sont des initiatives globales (GCS. FAO) des initiatives africaines et des initiatives étatiques.
- ✓ *Exemple* : Des broyeurs mobiles sont mis en place et le Nigeria exporte des chips de manioc vers la chine.

Actes du 1er Atelier International
Potentialités à la transformation du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Afrique de l'Ouest

Proceedings resulting from the 1st International Workshop
Potential of Cassava (Manihot esculenta* Crantz*) Processing in West Africa

04-07 Juin / June 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire

Recommandations de l'Atelier

Recommendations of the Workshop

Au vu du diagnostic et des échanges au cours des quatre jours, l'atelier formule les recommandations qui s'articulent autour des six axes principaux suivants :

Axe1 : Organisation générale de la filière

- Adéquation entre les acquis et projets de la recherche et les besoins des utilisateurs du manioc
- Elaboration de projets de recherche et de vulgarisation qui impliquent toutes les zones du pays
- Stimulation de la production du manioc à travers la mise en place d'unités de production d'amidon et dérivés et la maîtrise des technologies ainsi que leur adoption
- Disposer d'un panier de donateurs
- Elaboration des bases de données et fiches techniques accessibles aux divers acteurs
- Formation des producteurs et des transformateurs aux bonnes pratiques de production, de transformation et d'hygiène14

Axe 2 : Organisation institutionnelle

- Mise en place d'un triangle fermé fonctionnel entre les scientifiques (chercheurs), les transformateurs / commerciaux et les agents intermédiaires (ministères, ONG...)
- Unir les différentes connaissances et synergies des structures
- Création d'une interprofession pour faire le lobbying (en s'appuyant sur des organismes étatiques et privés comme le Conseil Economique et Social, l'Assemblée Nationale, les banques, les unités industrielles...etc.)
- Organisation de rencontres et d'ateliers tous les deux ans
- Intégration des producteurs dans les conseils d'administration des structures de recherche
- Dans la reforme agronomique, la vulgarisation doit être associée à la recherche, ce qui permet d'aller vers les producteurs et de prendre en compte leur desiderata

[14] Rechercher sur google.fr, sanni cassava standards

- Développer la recherche-action associant utilisateurs, chercheurs et concepteurs
- Constituer des comités de concertation et participation desdits comités à la mise en place de fonds de recherche
- Mise en place d'une interprofession sur la base des réseaux des producteurs, transformateurs et commerçants du manioc /produits dérivés
- Mise en place d'un cadre de concertation sous-régional et de transfert d'acquis de la recherche entre les chercheurs et les acteurs de la filière manioc
- Identification dans chaque pays des besoins en échange d'expériences[15]

Axe 3 : Production

- Intensification et mécanisation de la production
- Utilisation des techniques culturales qui limitent la prolifération des mauvaises herbes
- Mise en place d'une subvention de la production (intrants, etc.) par les pouvoirs publics à l'image de la politique rizicole en Asie pour produire à moindre coût et stabiliser le rendement
- Sélection de nouvelles variétés saines et performantes adaptées aux zones agro-écologiques marginales
- Mise en place d'une stratégie de multiplication du matériel végétal amélioré de manioc testé et apprécié pour la transformation locale et industrielle

Axe4 : Transformation

- Faciliter l'accès des transformateurs et équipementiers aux micro-crédits
- Elaboration d'un répertoire d'équipements de transformation disponible dans la sous région avec les adresses des fabricants
- Actualiser et traduire en français le catalogue des équipements de transformation, disponible sur le site : www.cassavabiz.org
- Identification des équipementiers locaux et leur faire confiance

[15] Consulter le site www.fsa.bj.refer.org

- Actualisation du document de standardisation des produits dérivés du manioc du Nigeria et du Ghana pour prendre en compte les produits dérivés des autres pays de la sous région

Axe 5 : Commercialisation et consommation

- Harmonisation, normalisation et standardisation des produits dérivés et des activités commerciales
- Développement de stratégies de marketing sous-régionales et régionales respectant les zones agro-écologiques de chaque pays producteur
- Equilibre des niveaux d'utilisation humaine, animale et industrielle afin de relever le niveau de production en Afrique.
- Etablissement d'un contrat en bonne et due forme avec les producteurs
- Utilisation des épluchures de manioc comme source de protéine / source d'énergie
- Incorporation du manioc dans les aliments de bétail
- Promotion de l'utilisation de la farine de manioc non fermentée pouvant constituer l'avenir de la culture du manioc en Afrique
- Montage des projets de recherche sur la post-récolte du manioc (utilisation, marketing, transformation, machinerie, préférences des consommateurs) en vue d'augmenter les utilisations et donc la demande du manioc
- Disposer d'un panier d'options pour les consommateurs

Axe 6 : Vulgarisation

- Confection des fiches techniques sur les acquis de la recherche pour tous les acteurs de la filière
- Mise en place d'un organe intermédiaire pour la vulgarisation des acquis de la recherche
- Création d'un réseau de vulgarisation
- Publication des bulletins sur le manioc

In the light of the diagnosis and debate during the four days, the workshop has developed recommendations which revolve around the six following main lines:

Main line 1 : Overall structure of the industry

- Balance between assets and research projects and cassava users' requirements.
- Developing research projects and outreach initiatives involving all the country's areas.
- Boosting cassava production by setting up production units of starch and by-products and enhancing control as well as adoption of new technologies
- Making a donor basket available
- Developing databases and data sheets accessible to different players
- Training both producers and processors in good manufacturing, processing and hygiene practices[16]

Main line 2 : Institutional structure

- Establishing a functional closed triangle between scientists (researchers), processors / traders and survey agents (ministries, NGOs, etc.)
- Combining the various knowledge synergies of structures
- Establishing a joint-trade organization for lobbying (by relying on state and private agencies such as the Conseil Economique et Social, the Parliament, banks, industrial units, etc.)
- Holding meetings and workshops every other year
- Integrating producers into research structures' boards of directors
- As part of the agricultural reform, popularization should be combined with research, which permits to approach producers and take their wishes into account
- Developing action research involving users, researchers and designers
- Setting up consultative committees and involving them in establishing research funds

[16] Search on google.fr, sanni cassava standards

- Establishing a joint-trade organization on the basis of cassava/by-product producer, processor and dealer networks
- Developing a sub-regional framework for concerted action and for research asset transfer between researchers and the players in the cassava industry.
- Identifying in each country the needs for experience-sharing [17]

Main line 3 : Production

- Intensifying and mechanizing production
- Using cultivation techniques which reduce the proliferation of weeds
- Subsidizing production (inputs, etc.) by governments after the fashion of the rice policy in Asia so as to produce at lower costs and to stabilize returns
- Selecting new healthy and high-yielding varieties appropriate to marginal agro-ecological zones
- Developing a propagation strategy for the improved plant material of cassava tested and appraised for local and industrial processing

Main line 4 : Processing

- Making it easy for processors and equipment manufacturers to be eligible for micro-credit
- Developing a processing equipment directory made available in the sub-region complete with manufacturers addresses
- Updating and translating into French the processing equipment catalogue, available on the website : www.cassavabiz.org
- Identifying local equipment manufacturers and trusting them
- Updating the standardization document for cassava by-products from Nigeria and Ghana so as to take into account by-products from the other countries in the sub-region

Main line 5 : Marketing and consumption

- Harmonizing and standardizing by-products and business activities
- Developing sub-regional and regional marketing strategies complying with each producing country's agro-ecological zones

[17] Visit the website www.fsa.bj.refer.org

- Balancing human, animal and industrial utilization levels in order to raise production level in Africa.
- Drawing up a contract in due form with producers
- Using cassava peels as a source of proteins / a source of energy
- Integrating cassava into animal feed
- Promoting the use of non fermented cassava flour which could possibly be the prospects of cassava cultivation in Africa
- Realizing research projects on cassava post-harvest (use, marketing, processing, machinery, consumers' preferences) in order to increase utilizations and thus the demand of cassava
- Having an option basket available for consumers

Main line 6 : Popularisation

- Preparing data sheets on assets in research for all the players in the industry
- Setting up an intermediary body for popularizing the assets in research
- Developing a public education network
- Releasing newsletters about cassava

At the end of this workshop, a resolution in support of the small-scale cassava processing unit, toured at Yopougon, was adopted and signed by the participants so as to heighten local elected representatives' awareness so that they can help those processors in search of better working conditions.

Done in Abidjan on June 7th, 2007

The Seminar

Actes du 1er Atelier International
Potentialités à la transformation du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Afrique de l'Ouest

Proceedings resulting from the 1st International Workshop
Potential of Cassava (Manihot esculenta* Crantz*) Processing in West Africa

04-07 Juin / June 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire

Listes des participants

List of Delagates

N°	NOMS/PRENOMS	TITRE	INSTITUTION	PAYS	ADRESSE	TELEPHONE	EMAIL
1	ABRAHAM Katy	Mme	PDA	Burkina-Faso	B.P. 11 Gaoua	22'670'210'138	abraham_katy@yahoo.de
2	AGNERO Yvonne	Mme	Université d'Abobo-Adjamé / CSRS	Côte d'Ivoire	B.P. 365 Daloa	22'508'818'607	yvomelei@yahoo.fr
3	AKA Désiré	Ir.	I2T	Côte d'Ivoire	04 B.P. 1137 Abj. 04	22'521'279'050	desireaka@yahoo.fr
4	AKA Marie	Mme	Université d'Abobo-Adjamé	Côte d'Ivoire	02 BP 801 Abidjan 02	22'508'140'907	-
5	AKELY Pierre	M.	Université d'Abobo-Adjamé	Côte d'Ivoire	02 B.P. 801 Abj. 02	22505710227	akely_pierre@yahoo.fr
6	AKORODA Malachy O.	Prof.	University of Ibadan	Nigeria	Ibadan University	234 (0) 8035829286	m_akoroda@yahoo.com
7	AMALAMAN D Martin	M.	CIRES	Côte d'Ivoire	20 B.P. 17 Abj. 20	22507549944/23455216	martialmalaman@yahoo.fr
8	AMANI N. Georges	Prof.	Université d'Abobo-Adjamé	Côte d'Ivoire	16 B.P. 405 Abj. 16	22507691437	amanigeorges@yahoo.fr
9	AYEMOU-ALLOU Amandine	Dr.	CSRS	Côte d'Ivoire	01 B.P. 1303 Abj. 01/22 B.P. 1249 Abj. 22	22501115873/23472790	amandine.ayemou@csrs.ci
10	BAMBA Nidama Aoua	Mme	Wouyaliemin	Côte d'Ivoire	06 B.P. 6709 Abj. 06	22522422538	aoua_7@yahoo.fr
11	CHITUNDU Maureen	M.	Programme Agaisnt Malnutrition	Zambia	Box 30599 178 Perirenyatwa Road Lusaka	Tel: 260-1-235941/2	cm.maureen@yahoo.com
12	DABIRE Rémy Anognain	Dr.	INERA	Burkina-Faso	B.P. 910	22670258469	dabire_remy@yahoo.fr
13	DAN Chépo Gislaine	Mme	Université d'Abobo-Adjamé	Côte d'Ivoire	22 B.P. 1175 Abj. 22	22507980139	gisln78@yahoo.fr
14	DANON Paul	M.	Conseil Economique et Social	Côte d'Ivoire	08 BP 1812 Abidjan 08	22'520'302'547	
15	DAO Daouda	Dr.	Université de Cocody / CSRS	Côte d'Ivoire	01 BP 1303 Abidjan 01 Côte d'Ivoire	22'523'472'790	douada.dao@csrs.ci
16	DIMI Martin	M.	Process industriel	Congo-Brazza.	OCH-CHU Case C4-69 Brazza-Congo	2425566217/2425268283	martidimi@yahoo.fr
17	DJEDJY Catherine	Ir.	CNRA	Côte d'Ivoire		22508101554	bomohebah@yahoo.fr
18	DJENI N'Dédé Théodore	M.	Université d'Abobo-Adjamé	Côte d'Ivoire	02 BP 801 Abidjan 02	++225 07095546	dteodore33@yahoo.fr
19	DJILEMO Louis	M.	MINADER/CAIC	Cameroun	B.P. 257 Douala/Cameroun	23799914333	djilemo@yahoo.fr
20	DJOULDE DARMAN Roger	Dr.	VaalUniversity of Technology	South Africa	P.O.Box 021 Vanderkliponk 1900	27169509730	djoulde@gmail.com
21	EDI Edi Janeqin	Ir.	I2T	Côte d'Ivoire	07 B.P. 369 Abj. 07	22507404932	chuihermas@yahoo.fr

22	EGOUNLETY Moutairou	Dr.	Université d' Abomey-Calavi	Bénin	01 B.P. 526 (FSA/UAC) Cotonou	22995568281	emoutairou@yahoo.fr
23	EKISSI Alice	Mme	Université d'Abobo-Adjamé / CSRS	Côte d'Ivoire	02 B.P. 801 Abj. 02	22505157438	ekissialice@yahoo.fr
24	ETTIAN Mian Kouadio	Dr.	CRE	Côte d'Ivoire	08 BP 109 Abidjan 08	225 21257336/01357924	ettianmkc@yahoo.fr
25	GADJI N'Guessan	M.	Cooperative	Côte d'Ivoire	BP 172 Grand Lahou	225 235761/07693065/ 07970594	
26	GOUALO Bogbé Christian	M.	Université d'Abobo-Adjamé	Côte d'Ivoire	04 bp 1151 Abidjan 04	(225) 06 13 59 91	bogbech@yahoo,fr
27	GOULEDJI Abidié Albert	M.	Université d'Abobo-Adjamé	Côte d'Ivoire	02 B.P. 801 ABJ. 02	22505158781	abidiéalbert@yahoo.fr
28	GUEFALA Yéo	Dr.	I2T	Côte d'Ivoire	04 B.P. 1131 Abj. 04	22521279050, 51, 52 / 222521279047	yeoguefala@yahoo.com
29	HONGBETE Franck	M.	Université d'Abomey-Calavi, Bénin, CERNA - UAC	Benin	01 BP 526 Cotonou	22995792554	hongbetefranck@yahoo.fr
30	IRIE Lou Irié Colette	Mme	FENACOVICI	Côte d'Ivoire	05 B.P. 3060 Abj. 05	225 07989783 / 04089719 / 23466471	fenacovici@yahoo.fr
31	KAKOU Abodjo celah	Dr.	Université d'Abobo-Adjamé	Côte d'Ivoire	02 B.P. 801 ABJ. 02	22507310052	kakoucelah@yahoo.fr
32	KAMENAN Alphonse	Prof.	Université d'Abobo-Adjamé	Côte d'Ivoire	02 BP 801 Abidjan 02	225 08 04 28 83	kamenan20022001@yahoo.fr
33	KASTNER Sabine	Ir.	ETHZ	Suisse	Ohmstrasse 18, 8050 Zurich/ETHZ (Suisse)	41'446'325'376	sabine_kastner@yahoo.com
34	KEKE Guy-Serge	M.	Particulier	Côte d'Ivoire		225 22506834 / 08423919	keke.guy-serge@wanadoo.fr
35	KIPRE André Guillaume	Dir	U.S Côte d'Ivoire Trade & Invest. Comp.	USA	1304 6TH ST NW APT 203 Washington, DC 20001	2024463301	andrekipre@yahoo.com
36	KOFFI Elise	Mme	Université d'Abobo-Adjamé / CSRS	Côte d'Ivoire	22 B.P. 1661 Abj. 22	225 07004171 / 01180481	elisekoffi@yahoo.fr
37	KONAN-Metty Roselyne	Mme	Plate forme des Femmes Pour Gagner	Côte d'Ivoire	01 B.P. 3793 Abj. 01 / 08 B.P. 2445 Abj. 08	225 07788673 / 07087613	plateformeci@yahoo.fr / fodeve1996@yahoo.fr
38	KOUADIO Degbeu Claver	M.	Université d'Abobo-Adjamé	Côte d'Ivoire	16 BP 1235 ABJ. 16	22'508'001'707	kouadio@yahoo.fr
39	KOUADIO Olivier	M.	Université d'Abobo-Adjamé / CSRS	Côte d'Ivoire	21 BP 1286 Abj. 21	22'507'301'457	olivierkouadio@hotmail.com
40	KOUAKOU Kouassi Jean-K.	M.	Université d'Abobo-Adjamé	Côte d'Ivoire	02 BP 801 Abidjan 02	225 07791754 / 06667137	jkderkouakou@yahoo.fr
41	KOUAKOU Saman	M.	ANADER	Côte d'Ivoire	BPV 183 Abj.	22'520'219'258	samygoy@yahoo.fr

42	KOUAME Kouadio Hervé	M.	Université d'Abobo-Adjamé / CSRS	Côte d'Ivoire	02 B.P. 801 Abj. 02	225 07 55 22 80	hervekouamekj@yahoo.fr
43	KOUAMÉ Valentine N'Da	Mme	Université d'Abobo-Adjamé	Côte d'Ivoire	01 BP 1303 Abidjan 01 Côte d'Ivoire	06 16 06 31	valeine80@yahoo.fr
44	KOUASSI Kouamé Marcel	M.	TD Afric	Côte d'Ivoire	02 BP 1089 Abj. 02	22'505'712'921	tdafric@yahoo.fr
45	KOUDOU Koukougnon Arsène	M.	ACTMCI	Côte d'Ivoire	17 BP 1898 Abj. 17	225 08013534 / 06 577912	
46	KOUSSEMON Marina	Dr.	Université d'Abobo-Adjamé	Côte d'Ivoire	08 BP 643 Abidjan 08	22'507'703'435	marinakoussemon@yahoo.fr
47	KOUTIBA M. Dadvidson	M.	A.CO.DE.CO	Congo-Brazza.	Case C22A Av. de l'OUA, Résidence Miyoulou B.P. 731	242 664 72 11	acodeco2000@yahoo.fr
48	LO Cheikh	Dr.	Institut Sénégalais de Recherches Agri.	Sénégal	ISRA/CDH BP 3120 Dakar, Sénégal	2'215'612'843	cheiklo@hotmail.com / cheikhlo@isra.sn
49	MANDJOUNG Honorine	Mme	GIC UTRAM	Cameroun		00237 507 10 06	utramcameroun@yahoo.fr
50	MANLAN Michel	Dr.	I2T	Côte d'Ivoire	04 BP 1137 Abj. 04	225 21279050/51/52	manlan_mike@yahoo.fr
51	MAROUZE Claude	Dr.	CIRAD	France	TA B 95/15 34388 Cedex 5	467840322	claude.marouze@cirad.fr
52	MBAIRANODJI André	Ir.	PNDRT	Cameroun	BP 15 308 YAOUNDE CAMEROUN	Tél.: 00237 222 73 25	mbairano@yahoo.com
53	NANA Songoulawindé Sabine	Mme	Teng Taaba	Burkina-Faso	BP 11 Gaoua, Burkina Faso	226 70 14 18 61	atetasr@yahoo.fr
54	NCAYO Koutouan Béatrice	Mme	Attiéké Abobo-té	Côte d'Ivoire		225 08537057 / 225 24493873	
55	NDIAYE Assane	M.	CODEPROMAT	Sénégal	BP 3&9 Tivaouani, Sénégal	2'216'391'096	ndiayea@yorange.sn
56	NEVRY Rose Koffi	Dr.	Université d'Abobo-Adjamé	Côte d'Ivoire	02 BP 802 Abidjan 02	225 07 68 83 34	rosenevry2002@yahoo.fr
57	N'GBONE Kouaho Annick	Mme	Université d'Abobo-Adjamé	Côte d'Ivoire	14 bp 1225 Abidjan 14	(225) 05 65 08 15	ngbomeannick@yahoo,fr
58	NIMAGA Daouda	M.	Université d'Abobo-Adjamé	Côte d'Ivoire	11 BP 2677 Abj. 11	22'507'165'597	daonimaga@yahoo.fr
59	NINDJIN Charlemagne	Dr.	Université d'Abobo-Adjamé / CSRS	Côte d'Ivoire	01 BP 1303 Abidjan 01 Côte d'Ivoire	05 98 38 44 / 23 47 27 96	charlemagne.nindjin@csrs.ci
60	N'ZUE Boni	M.	CNRA	Côte d'Ivoire	01 bp1740 Abidjan 01	(225) 07 66 56 29	nboni1@yahoo,fr
61	ODURO-YEBOAH Charlotte	Mme	Food Research Institut	Ghana	P.O.BOX M20 Accra Ghana	Tél. : 233-21-519091-5 cell: 233-277452223	cmyeboah@yahoo.com
62	SAKYI-DAWSON Esther	Dr.	Université du Ghana	Ghana	University of Ghana P.O. Box 134 Legon, Accra GHANA	Tel: +233 21 500389	esakyid@ug.edu.gh

63	SANNI Lateef	Dr.	University of Agriculture	Nigeria	Department of Food Science and Technology University of Agriculture, PMB 2240, Abeokuta, 110001, Nigeria	Tel: 234-39-245291-2 (Office);234-39-243000 (Home) Mobile: 234-8033469882	lateef_2@yahoo.com lsanni@cgiar.org
64	SORO dognimeton	Dr.	CSRS	Côte d'Ivoire	01 BP 1303 Abidjan 01 Côte d'Ivoire	++225 05077846	dognimeton.soro@csrs.ci
65	SOUMAHORO Boulaye	M.	Conseil Economique et Social	Côte d'Ivoire	11 bp 1080 Abidjan 11	(225) 07 07 24 50	sboulaye46@yahoo,fr
66	TETCHI Fabrice	Dr.	Université d'Abobo-Adjamé	Côte d'Ivoire	02 BP 801 Abidjan 02	01 61 44 22	tetchifa@yahoo.fr
67	TOHO Zéan	M.	Conseil Economique et Social	Côte d'Ivoire	08 BP 1366 Abidjan 08	22523458456/07757254	
68	TOUKO Afo Bignito	M	ITRA	Togo	ITRA cacaveli bp 1163 lomé	(228) 22 54 118	itra@cafe,tg/ toukoafo@yahoo,fr
69	TOURE Yetioman	M.	Université d'Abobo-Adjamé	Côte d'Ivoire	14 bp 1225 Abidjan 14	(225) 05 45 74 12	yetiomantiti@yahoo,fr
70	TSCHANNEN Andres	Dr.	CSRS	Côte d'Ivoire	01 BP 1303 Abidjan 01 Côte d'Ivoire	05 98 38 30 / 23 47 27 95	andres.tschannen@csrs.ci
71	YAO Amani Pascal	M.	Bionol International	Côte d'Ivoire	27 bp 673 Abidjan 27	(225) 08 14 68 15	bionol_ci@yahoo,fr
72	YEO Périguégnon	Mme	I2T	Côte d'Ivoire	04 bp 1137 Abidjan 3721279050	21279050/51/52 07 095778	yepema_ci2003@yahoo,fr

Table des matières / *Table of contents*

Page

Préface / *Foreword* ....**IX**

Note des éditeurs / *Note from the editors* ....**XIV**

Conférences introductives / *Keynote Lectures* **1**

1. Consommation et commercialisation du manioc en Afrique de l'Ouest
Cassava Consumption and marketing in West Africa
(**Prof. Malachy Oghenovo AKORODA**, Chercheur, IITA, Nigeria)
(**Thème: commercialisation et consommation**) **2**

2. Potentialités à la transformation du manioc
Potential of cassava processing
(**Dr. Yéo GUEFALA**, Directeur Général, Société Ivoirienne de Technologie Tropicale, I2T, Côte d'Ivoire)
(**Thème : qualité et transformation**) **47**

Partie 1 / *Part 1*

Thème 1: Commercialisation et consommation du manioc et produits dérivés
Topic 1: Marketing and Consumption of cassava roots and derived products **80**

1.1. l'Initiative régionale de IFAD pour la transformation et la commercialisation du manioc
The IFAD regional cassava processing & marketing initiative
Andrea SERPAGLI **81**

1.2. Systèmes visant à assurer l'approvisionnement en racines de manioc des usines de transformation
Systems for ensuring cassava root supply to processing plants
Malachy Oghenovo AKORODA **83**

1.3. Transformation du manioc en Afrique de l'Ouest : La recherche , le développement et le marché
Cassava Processing in West Africa: The Research, the Development and the market
Lateef SANNI **93**

1.4. Situation du marché et de la production du manioc au Burkina Faso
Market status and cassava production in Burkina Faso
Katy ABRAHAM, Rémy A. DABIRE, Sylvain N. OUEDRAOGO **102**

1.5 La transformation du manioc au Congo: état des lieux et perspectives
Cassava processing in Congo : present status and perspectives
Davidson KOUTIBA MPOMPA, J.J. Magloire BAZABANA **106**

1.6. Perception des acquis scientifiques et technologiques de la production et de la transformation du manioc à Bonoua et à Dabou
Conception of Attiéké producers from Bonoua and Dabou about scientific and technological potential for cassava processing
Martin D AMALAMAN 109

1.7. Etat actuel de la transformation et de la commercialisation du manioc au Cameroun
Present status of cassava processing and marketing in Cameroon
André MBAIRANODJI 114

Partie 2 / *Part 2*

Thème 2: Qualité et transformation du manioc et produits dérivés
***Topic: quality and processing of the cassava roots and derived products*...116**

Sous-thème 2.1: Transformation du manioc
***Sub-Topic 2.1: Processing of cassava roots* 117**

2.1.1. Etat actuel de la transformation du manioc au Cameroun
Present status of cassava processing in Cameroon
André MBAIRANODJI 118

2.1.2. Promotion de la production du manioc par la diversification de ses formes d'utilisation
Promotion of cassava production by diversifying its forms of use
Afo Bignito TOUKO, Kokou EGUE, Komlan TOUGNON, Kossi SEDZRO, Adjoa AMOUZOU..120

2.1.3. La farine de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) non fermentée : L'Avenir de la culture du manioc en Afrique
Non-fermented cassava (Manihot esculenta Crantz*) flour : the future of cassava cultivation in Africa*
Louis DJILEMO 123

2.1.4. Inventaire des équipements de petite et moyenne capacités de production d'amidon de manioc par la voie humide
Inventory of the equipments of small and medium size for cassava starch production by the wet way process
Claude MAROUZE, G Da , D Dufour 127

2.1.5. Outil de caractérisation d'une ligne de transformation alimentaire; cas de la production d'amidon de manioc
Tool for characterization of a food processing line; case of production of cassava starch
Claude MAROUZE, G Da 133

2.1.6. Vulgarisation d'une râpe à manioc motorisée
Popularization of a motorized grater for cassava
Kodjo TETEVI, Kossi SEDZRO 140

2.1.7. Optimisation du semoulage de la pâte de manioc fermentée (*Manihot esculenta* CRANTZ) au moyen d'un semouleur semi-industriel (SSI)
Optimization of the semolina production from mashed cassava (Manihot esculenta CRANTZ) fermented by means of a semi-industrial granulator (SSI)

Pierre Martial T AKELY, Georges N. AMANI, Charlemagne NINDJIN, Ouezou AZOUMA, M. KOUASSI
..145

2.1.8. Effet de la force de pressage de la pâte de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) fermentée sur les qualités physico-chimiques et sensorielles de l'Attiéké
Effect of squeezing force of mashed cassava fermented (Manihot esculenta Crantz *) on physicochemical and sensory qualities of Attiéké*
Pierre AKELY, N'guessan Georges AMANI, Ouezou AZOUMA, Charlemagne NINDJIN **....150**

2.1.9. Effets de la température de séchage de la farine de manioc sur le rendement et la qualité de l'amidon du manioc
Effects of drying temperature of cassava flour on cassava starch yield and quality
Eric O. AMONSOU , Joseph C. IGBEKA **..159**

2.1.10. Cas d'une unité de transformation du manioc au Cameroun
Case of a cassava-processing unit in Cameroon
Honorine **MANDJOUNG ONGMOKAN 164**

Sous-thème 2.2: Caractérisation rhéologique et sensorielle du manioc et produits dérivés
Sub-Topic 2.2: Rheological and sensory characterization of cassava roots and derived products **...........................169**

2.2.1. Propriétés d'amidonnage de variétés sélectionnées de manioc et celles d'un extrait d'amidon commercial
Starchy properties of selected cassava roots and of a commercial stiffening agent
Charlemagne NINDJIN, Yao YAO, N'Guessan Georges AMANI **.................................170**

2.2.2. Caractérisation rhéologique des systèmes d'amidon de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) extraits pour le développement de la texture des produits transformés
Rheological Characterization of Isolated Cassava (Manihot esculenta Crantz*) Starch Systems with respect to Texture Development of Processed Food*
Valentine KOUAMÉ, N'Guessan Georges AMANI, Stephan HANDSCHIN, Beatrice CONDE-PETIT **...175**

2.2.3. Etablissement au moyen de l'analyse de profil sensoriel du profil des propriétés de texture du *foufou* préparé avec de la farine de manioc-banane plantain
Profiling the textural attributes of fufu from cassava-plantain flour using sensory profile analysis
Charlotte ODURO-YEBOAH, Paa-Nii. T. JOHNSON, Esther. O. SAKYI-DAWSON**,** Agnes S. BUDU
...179

2.2.4. Effet du type de sol sur les attributs sensoriels de trois produits de transformation à base de manioc (*Manihot esculenta* Crantz)
Effect of the soil on sensory attributes of three cassava-based products (*Manihot esculenta* Crantz)
Amandine AYEMOU-ALLOU, Charlemagne NINDJIN, Daouda DAO, Olivier GIRARDIN, Ayémou ASSA **...185**

2.2.5. Influence de la variété et de la saison de plantation sur la texture du manioc (*Manihot esculenta* Crantz)

Influence of genotype and planting period on cassava (Manihot esculenta Crantz*) root texture*
F HONGBETE, D DEDEGBE., N AKISSOE, C MESTRES & M NAGO **188**

2.2.6. Etude des propriétés fonctionnelles des amidons de variétés sélectionnées de manioc (*Manihot esculenta* CRANTZ)

Functional properties of starch extracted from selected cassava (Manihot esculenta CRANTZ) genotypes
Fato Hermas EHUI, N'guessan Georges AMANI, Catherine DJÉDJI, Aboubakar SAKO **..193**

2.2.7. Caractérisation biochimique et sensorielle de variétés de manioc *(Manihot esculenta* CRANTZ) améliorées

Biochemical en sensory characterization of improved cassava (Manihot esculenta CRANTZ) *clones*

Alice Christine EKISSI, Charlemagne NINDJIN, Sidiki BAKAYOKO, N'Guessan Georges AMANI, Alphonse KAMENAN **196**

2.2.8. Caractéristiques physico-chimiques de nouvelles variétés de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) et propriétés fonctionnelles de leurs amidons natifs et fermentés

Physico-chemical characteristics of new genotypes of cassava (Manihot esculenta Crantz*) and functional properties of their native and fermented starches*

B. Cathérine DJEDJI EBAH, **Ghislaine DAN CHEPO,** N'Guessan Georges AMANI **199**

Sous-thème 2.3: Caractérisation physico-chimique et microbiologique du manioc et produits dérivés
***Sub-Topic 2.3: Physico-chemical and microbiological characterization of cassava roots and derived products* 203**

2.3.1. Etude des caractéristiques chimiques de nouvelles variétés de manioc (*Manihot esculenta* Crantz)
Study of chemical characteristics of new genotypes of cassava (Manihot esculenta Crantz*)*
Christian B. GOUALO, Catherine B. DJEDJI EBAH, A. KAMENAN **204**

2.3.2. Effet de la température sur quelques propriétés physico-chimiques et microbiologiques de la pâte de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en fermentation
Biochemical and microbiological changes of cassava (Manihot esculenta Crantz*) dough fermented in different temperature conditions*
Théodore N'Dédé DJENI, Florent N'GUESSAN, Thomas DADIE, Solange AKA & Koffi Marcellin DJE
...208

2.3.3. Qualité nutritive, toxicologique et hygiénique de certains produits dérivés du manioc consommés au Cameroun
Nutritive value, toxicological and hygienic quality of some cassava derived products consumed in Cameroon
Roger DJOULDE DARMAN, Jean-Justin ESSIA NGANG, François-xavier ETOA **218**

2.3.4. Evaluation des techniques rurales de transformation du manioc visant à réduire l'acide cyanhydrique

Evaluation of cassava rural processing techniques for hydrogen cyanide reduction
Nancy SAKALA, Doreen HIKEEZI, John SHINDANO, Kasase CHITUNDU, Drinah NYIRENDA, **Maureen CHITUNDU** **228**

2.3.5. Vers l'industrialisation des aliments fermentés traditionnels africains : une étude de cas du gari fortifié au Bénin
Towards the industrialization of traditional African fermented foods: a case study of fortified gari in Benin
Moutairou EGOUNLETY, Alexis S. ADJAKIDJE, Christelle M. SEGBEDJI, Anastasie A. YAO, Carine DORTU, Mélanie KOSTINEK, Charles M. A. P. Franz, Philippe THONART, Wilhem H. HOLZAPFEL, Moses MENGU **237**

2.3.6. Les microbes dans la fermentation du manioc – vers l'amélioration de la qualité et de la sécurité de l'attiéké
Microbes in cassava fermentation – towards the improvement of attiéké quality and safety
Sabine KASTNER, Andres TSCHANNEN, Justine ASSANVO, Georges N'Zi AGBO, Zakaria FARAH, Christophe LACROIX, Leo MEILE **249**

2.3.7. Etudes physico-chimique et microbiologique de la pâte de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) au cours de sa conservation
Physico-chemical and microbiological studies of mashed cassava (Manihot esculenta Crantz*) during conservation*
Abodjo Celah KAKOU, Marina KOUSSEMON, R. N. KOFFI, Marie TOKA, Frédéric GUEDE-GUINA, Mireille DOSSO, Jacob ZINSSTAG, B. R. AGBASSI **257**

2.3.8. Dégradation de la teneur en acide cyanhydrique au cours de la transformation du manioc et qualité microbiologique de l'Attiéké
Deterioration of cyanhydric acid content during cassava processing and microbiological quality of Attiéké
Louis BAN KOFFI, **Catherine EBAH DJEDJI** et Alphonse KAMENAN **262**

2.3.9. Propriétés chimiques et organoleptiques de l'Attoukpou préparé à partir deux variétés de manioc *(Manihot esculenta* Crantz*)*, Bonoua et IAC
Chemical and organoleptic properties of Attoukpou made from two cassava (Manihot esculenta Crantz*) varieties, Bonoua and IAC*
Rose KOFFI NEVRY, Françoise Kadio, Firmin Aboua, Marina Koussémon, Celah KAKOU..**266**

2.3.10. Evolution de la microflore et analyse physico-chimique d'un aliment traditionnel à base de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) : le Bêdêcouman
Evolution of the microflora and physicochemical analyse of a traditional cassava-based product (Manihot esculenta Crantz*): the Bêdêcouman*
Marina KOUSSEMON, Mobio Marguerite ABRO, Rose KOFFI NEVRY, Zinzendorf NANGA, Celah KAKOU, Yao Guillaume LOUKOU, Alphonse KAMENAN **272**

2.3.11. Etude du phénomème de ramollissement des racines de manioc au cours du rouissage
Study of phenomenon of cassava roots softening during fermentation
Simon KELEKE, Marie-Josée BUTEL, Alain RIMBAULT **275**

2.3.12. Influence des caractéristiques microbiologiques du ferment sur la qualité organoleptique de l'Attiéké
Effect of microbiological characteristics of inoculum on organoleptic quality of Attiéké
Daouda NIMAGA, Pierre Martial T. AKELY, N. Georges AMANI, Celah KAKOU **285**

2.3.13. Une étude de cas visant à élaborer un système d'assurance de qualité adaptée à deux aliments prêt-à-servir à base de manioc
A case study to develop an appropriate quality assurance system for two cassava-based convenience foods
Paa-Nii. T Johnson, Keith .I. Tomlins, **Charlotte ODURO-YEBOAH**, Charles Tortoe & Enoch. T. Quayson **288**

Partie 3 : Tables rondes / *Part 3: Round tables*

Thème 3: Echanges entre les acquis de la recherche et développement et les potentialités traditionnelles à la commercialisation et à la transformation du manioc.
Topic 3: Sharing experiences between scientific research and development and traditional potential of marketing and processing cassava 298

Commission 1: Commercialisation des produits à base de manioc et attentes des consommateurs
Committee 1: Marketing of cassava-based products and consumers expectations **299**

Commission 2: Acquis de la recherche et développement au bénéfice des technologies traditionnelles de transformation du manioc
Committee 2: Potential of scientific research and development in aid of traditional technologies of cassava processing **302**

Recommandations / *Recommandations* **305**

Liste des participants / *List of participants* **312**

Table des matières / *Table of contents* **317**

Organisateurs de l'Atelier / *Workshop Organizers* **323**

Motion des participants / *Motion from participants* **324**

Dossier de presse / *Pressbook* **327**

Images de l'Atelier / *Pictures form Workshop* **333**

Organisateurs de l'atelier



Université d'ABOBO-ADJAME (UAA)
Unité de Formation et de Recherche des Sciences
et Technologies des Aliments (UFR-STA)
02 BP 801 Abidjan 01
Côte d'Ivoire
☎: + 225 225 20 30 42 00 / 20 30 42 79 / 20 30 42 40
Fax: + 225 20 30 43 00



Illustration: C. Chatelain

Centre Suisse de Recherches Scientifiques
(CSRS) en Côte d'Ivoire
B. P. 1303 Abidjan 01
Côte d'Ivoire
☎: + 225 23 47 27 90
Fax: + 225 23 45 12 11
e-mail: gueladio.cisse@csrs.ci
http://www.csrs.ci



Centre National de Recherche Agronomique (CNRA)
01 BP 1740 Abidjan 01, Côte d'Ivoire
☎: (225) 23-47-24-03/23-47-24-24
Fax: (225) 23-47-24-11
http://www.cnra.ci



Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T)
Côte d'Ivoire
01 BP 1137
☎: +225 21 27 91 51

Actes du 1er Atelier International
Potentialités à la transformation du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Afrique de l'Ouest

Proceedings resulting from the 1st International Workshop
Potential of Cassava (Manihot esculenta* Crantz*) Processing in West Africa

04-07 Juin / June 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire

Motion des participants à l'atelier international

Motion from workshop partcipants

Atelier International

Potentialités à la transformation du manioc (*Manihot Esculenta* Crantz) en Afrique de l'Ouest

04 au 07 Juin 2007, Abidjan- Côte d'Ivoire

Visite du Député de Yopougon sur le site de l'Association des commerçants et transformateurs de manioc de Côte d'Ivoire (ACTMCI)

Lors de l'atelier international sur les potentialités à la transformation du manioc en Afrique de l'Ouest, tenu à Abidjan du 4 au 7 juin 2007, les participants ont adressé une motion à Messieurs le Maire et le Député Williams Atteby de Yopougon pour l'amélioration de la situation socio-économique des transformateurs de manioc. Ceux-ci sont regroupés en une association dénommée 'Association des commerçants et transformateurs de manioc de Côte d'Ivoire', en abrégé ACTMCI. Le 17 juillet 2007, le Député a réagi favorablement en visitant le site actuel et le nouveau site qui pourrait leur être attribué. Monsieur N'Zué Boni, membre du secrétariat de l'atelier, a pris part à la visite qui a duré de 11h30 à 13h30.

Après la visite des deux sites, une séance d'échanges a été organisée. Au cours de celle-ci, les membres de l'ACTMCI ont relevé les contraintes à leurs activités et leur souhait d'acquérir un nouveau site définitif et un financement. Monsieur N'Zué a rappelé le contexte qui a motivé l'invitation de l'ACTMCI à l'atelier et l'adresse de la motion aux autorités politiques de la commune. Il a aussi indiqué le rôle de la recherche agronomique dans la production et la transformation du manioc.

Le Député a formulé des félicitations aux membres de l'association pour leur bonne organisation et l'énorme quantité de manioc transformée. Cependant, il a déploré les conditions d'exiguïté et d'insalubrité du site actuel. L'urgence, selon lui, est d'acquérir un nouveau site. Il s'est fermement engagé à faire les démarches auprès de la mairie, du ministère de la construction et de la compagnie d'électricité pour que le nouveau site soit attribué à l'ACTMCI qui se chargera alors de payer à l'Etat selon un échéancier. En outre, il pourra les aider à acquérir un financement pour l'aménagement et l'équipement. Etant donné qu'une partie du nouveau site est traversée par les fils d'électricité de haute tension et vu la dimension industrielle de la transformation, le Député a demandé aux membres de l'association d'explorer de nouveaux sites plus appropriés. Monsieur N'Zué lui a remis un kit composé du livre de recueils des communications, du rapport final et de la liste des participants.

Le rapporteur

N'ZUE Boni

Membre du secrétariat

International Workshop

Potential of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Processing in West Africa

04 au 07 June 2007, Abidjan- Côte d'Ivoire

Visit of the Deputy on the site of the Association of the traders and processors of cassava in Côte d'Ivoire (ACTMCI)

At the time of the International Workshop on Potential of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Processing in West Africa, held in Abidjan from 4 to 7 June, 2007, the participants addressed a motion to the Mayor and the Deputy Williams Atteby of Yopougon for the improvement of the socio-economic situation of small-scale processors of cassava. Those are gathered in an association called “Association of the traders and transformers of cassava in Côte d’Ivoire”, in summary, ACTMCI. On 17 July, 2007, the Deputy favorably reacted by visiting the current site and the new site which could be allocated to them. Mr N’Zué Boni, member of the secretariat of the workshop, was invited to that visit.

After the visit of the two sites, a meeting of exchanges was organized. During this one, the members of the ACTMCI recorded the constraints at their activities and their wishes to acquire a new final site and a financing. Mr N’Zué did point out the context which justified the invitation of the ACTMCI to the workshop and the address of motion to the political authorities of the commune. He also indicated the role of the agronomic research in the production and the processing of the cassava.

The Deputy congratulated the members of association for their good organization and the enormous quantity of cassava transformed. However, he deplored the conditions of exiguity and insalubrity of the current site. According to him, the urgency is to acquire a new site. He was firmly committed making the steps near the mayor, the ministry for construction and the company of electricity so that the new site will be allocated to the ACTMCI. Then the association will undertake to pay in the State according to a bill book. Moreover, he will be able to help them to acquire a funding for the installation and equipment. Being given that a part of the new site is crossed by wire of electricity of high voltage and considering industrial dimension of the processing, the Deputy asked the members of association to explore new more suitable sites. Mr N’Zué did give to him a kit containing the book of collections of the communications, a final report and a list of the participants in the workshop.

Reported by

N’ZUE Boni

Member of the secretariat

Actes du 1er Atelier International
Potentialités à la transformation du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Afrique de l'Ouest

Proceedings resulting from the 1st International Workshop
Potential of Cassava (Manihot esculenta* Crantz*) Processing in West Africa

04-07 Juin / June 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire

Dossier de presse

Pressbook

Élite Actuelle N° 351 : Lundi 11 juin 2007 (Côte d'Ivoire)

TRANSFORMATION DU MANIOC EN AFRIQUE DE L'OUEST

Vers la prise en compte des besoins des utilisateurs

L'adéquation entre les acquis de la recherche et les besoins des utilisateurs dans le cadre de la transformation du manioc fait partie de l'une des recommandations principales de l'atelier international qui a pris fin, le jeudi 7 juin dernier, au siège de l'Association ivoirienne des sciences agronomiques (AISA), à Yopougon-Banco.

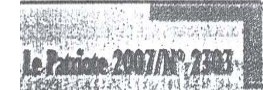
L'harmonisation de la filière, l'intensification de la production du manioc, le développement de stratégies sous-régionales et régionales de marketing, la subvention de l'accès aux intrants pour stabiliser le rendement, l'incorporation du manioc dans les aliments de bétail, le montage des projets de recherche sur le post-récolte du manioc, etc., sont entre autres les recommandations de l'atelier.

Le directeur de cabinet du ministère de l'Industrie et de la Promotion des PME, Idrissa Fofana a indiqué que la transformation des produits agricoles constitue l'axe principal de la politique industrielle en Côte d'Ivoire. *"C'est la raison pour laquelle les matières premières agricoles ivoiriennes doivent être transformées pour contribuer au développement du pays"*, a-t-il déclaré. Selon lui, la transformation des produits agricoles contribue à la sécurité alimentaire, accroître le revenu des planteurs et le produit intérieur brut (PIB).

"Potentialité à la transformation du manioc en Afrique de l'ouèst" était le thème de l'atelier qui a duré 4 jours et ... regroupé 80 participants venus de 16 pays d'Afrique, d'Europe et d'Amérique. L'atelier a été organisé par l'Université d'Abobo Adjamé, le centre suisse de recherche scientifique (CSRS), le centre national de recherche agronomique (CNRA) et la société ivoirienne de technologie tropicale (I2T).■

Gomon Edmond

Le Patriote 2007/ N° 2303 : Samedi 9 et Dimanche 10 juin 2007 (Côte d'Ivoire)



La Vie Economique

Des Samedi 9 et Dimanche 10 Juin 2007

ATELIER SUR LA TRANSFORMATION DU MANIOC

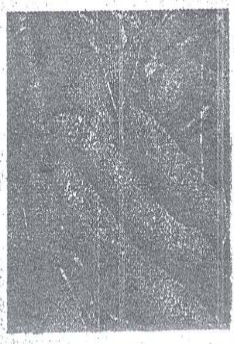
La vulgarisation des acquis des recherches recommandée

Le manioc fournit une grande diversité de produits dérivés alimentaires et industriels qu'il faut exploiter.

Sogona Sidibé

Faire le point sur les besoins du marché en matière première de produits à base de manioc ; faire le point sur les acquis de la recherche du développement du secteur artisanal et industriel en matière de transformation alimentaire et non alimentaire du manioc et produits dérivés. Tels étaient les objectifs de l'atelier international sur « les potentialités à la transformation du manioc en Afrique de l'Ouest », qui s'est déroulé du 04 au 07 juin au siège de l'Association Ivoirienne Agronomiques (AISA) à Yopougon. Près de 80 participants venus de 16 pays d'Afrique, d'Europe et d'Amérique ont pris part à cette rencontre, co-organisée par l'Université d'Abobo Adjamé (UAA), le Centre Suisse de Recherche Scientifique (CSRS), le Centre National de Recherchez Agronomique (CNRA) et la Société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T). Au terme de cet atelier, il ressort que le manioc représente une importante source de calories et de revenu potentiel pour les populations africaines, car il représente 54% de la production mondiale estimée à 210 millions de tonnes. Cependant, la production en Afrique restreinte à la consommation, la transformation artisanale et le coût de production élevé rendent les produits dérivés non compétitifs dans le monde.

Selon le Pr. Kamenan, président du conseil scientifique, cet atelier a su



Tubercules de manioc

répondre aux attentes des participants. « Nous avons atteint nos objectifs » a-t-il dit. C'est pourquoi, il a souhaité que les organisateurs entretiennent des relations entre ses membres de manière à intéresser tout le continent ; faciliter la mobilité des chercheurs, entretenir des relations avec le secteur privé des différents pays et créer [illegible] association pour les bonnes relations entre ses membres. Pour M. Fofana Drissa, directeur de cabinet du ministre de l'industrie et de la promotion du secteur privé, cet atelier répond aux enjeux économiques de la transformation des matières premières en Côte d'Ivoire. « Il est le bienvenu, car le taux de transformation des matières premières en Côte d'Ivoire atteint rarement 20%. Au ministère, nous luttons pour la transformation agro-industrielle et agro-alimentaire avant exportation» a indiqué le représentant du ministre. Enfin, plusieurs recommandations ont été faites sur la commercialisation et la transformation. Ainsi, les participants ont souhaité une adéquation entre les acquis de la recherche et les besoins des [illegible] ; la création d'un organe intermédiaire pour la vulgarisation des acquis de la recherche, la mise en place d'une subvention de la production du manioc par les pouvoirs publics à l'image de la politique rizicole asiatique. S'agissant de la transformation, il a été recommandé une interprofession sur la base des réseaux des producteurs, transformateurs et commerçants du manioc et produits dérivés ; la formation des producteurs, transformateurs aux bonnes pratiques de production, de transformation et d'hygiène ; la mise en place d'une stratégie de multiplication du matériel végétal amélioré de manioc testé et apprécié pour la transformation locale et industrielle ; etc.

SS

LE REBOND N° 128 : Samedi 09 et Dimanche 10 Juin 2007 (Côte d'Ivoire)

1ère année - N°128 du Samedi 09 & Dimanche 10 Juin 2007

LE REBOND ÉCON

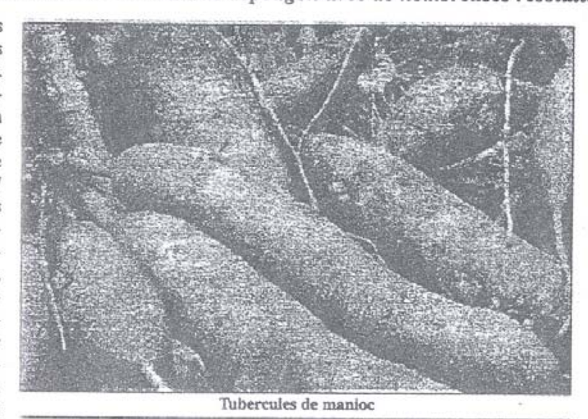
Transformation du manioc en Afrique de l'Ouest

Les pouvoirs publics interpellés

Débuté le 04 juin dernier, l'atelier international sur les ''Potentialités à la transformation du manioc en Afrique d l'Ouest'' a clos ses travaux ce vendredi à l'AISA de Yopougon avec de nombreuses résolutions.

Le manioc fait partie des principales plantes à racines et tubercules amylacés cultivés dans le monde. L'Afrique est le premier producteur mondial de manioc avec une production annuelle de 110 millions de tonnes, suivie de l'Asie (55 millions de tonnes) et de l'Amérique Latine et des Caraïbes (37 millions de tonnes). Cependant, les pays africains utilisent la quasi-totalité du volume de manioc disponible au niveau intérieur, à l'alimentation des populations, comme culture de subsistance par excellence. Par contre les pays latino-américains et asiatiques utilisent le manioc pour l'élevage et les autres utilisations, notamment dans l'industrie. Cette situation conduit à une plus grande présence des produits à base de manioc latino-américains et asiatiques sur le marché international par rapport à ceux des pays africains. Mais comment corriger cela ? Le Forum sur la Stratégie Globale pour le Développement du Manioc (Rome, avril 2000), a proposé de rendre le manioc plus compétitif sur le marché intérieur et international. Vu que la réalisation de ce propos dépendra d'une forte augmentation de la demande, cette stratégie propose de développer les industries basées sur le manioc à travers une synergie de stratégies et de plans au niveau national, régional et continental, tout en les appuyant par un effort global d'identification et de stimulation des marchés. La stratégie conseille, comme première étape essentielle, l'identification de marchés en croissance ou qui en ont le potentiel. La seconde étape est de pouvoir garantir la fourniture suivie d'un produit relativement uniforme. La troisième étape est de pourvoir le marché avec des produits à prix compétitifs afin de satisfaire aux besoins des consommateurs. Ainsi, à l'image du maïs, du blé et de la pomme de terre qui dominent les marchés mondiaux lucratifs des produits à base d'amidon, le manioc peut devenir une matière première de bas pour la préparation d'une série de produi traités ; ce qui, en fait; en accentuera demande tout en contribuant à la transfo mation agricole et à la croissance écono mique des pays en voie de développe ment. C'est pour répondre aux besoin exprimés par les stratégies pour la valori sation du manioc notamment dans l'un des plus grandes zones de production l'Afrique de l'Ouest, que l'Universit d'Abobo-Adjamé (UAA), le Centr Suisse de Recherches Scientifique (CSRS) en Côte d'Ivoire, le Centr National de Recherche Agronomiqu (CNRA), et la Société Ivoirienne d Technologie Tropical (I2T) ont organis du 04 au 07 juin 2007 un atelier sur le ''Potentialités à la transformation du manioc (Manihot Esculenta Crantz) en Afrique de l'Ouest''. Les différents échanges ont montré que le manioc constitue une importante source de calories et de revenu potentiel pour les populations de la zone tropicale, en particulier celle d'Afrique qui produit 54% de la production mondiale estimée à 210 millions de tonnes. Ainsi, au titre de la commercialisation, les participants souhaitent une adéquation entre les acquis de la recherche et les besoins des utilisateurs. Au titre de la production, la mise en place d'une subvention de la production du manioc par les pouvoirs publics à l'image de la politique rizicole asiatique a été envisagée. L'aspect institutionnel n'a pas été omis. Sur ce chapitre, l'atelier entend créer une interprofession pour faire le lobbying en s'appuyant par exemple sur des organismes étatiques et privés.

Evariste Nguessan



Tubercules de manioc

Notre Voie N° 2705 : Samedi 9 et Dimanche 10 juin 2007 (Côte d'Ivoire)

TRANSFORMATION DU MANIOC EN AFRIQUE DE L'OUEST

L'atelier international d'Abidjan fait des recommandations

D'importantes recommandations ont été faites par l'atelier international sur les potentialités à la transformation du manioc en Afrique de l'Ouest organisé du 4 au 7 juin dernier à Abidjan. Au vu des diagnostics et des échanges au cours des quatre jours de travaux, l'atelier international d'Abidjan organisé par l'Université d'Abobo-Adjamé (UAA), le Centre suisse de recherche scientifique (CSRS), le Centre national de recherche agronomique et l'Ivoirienne de technologie tropicale (I2T) recommande, au plan de la commercialisation, une harmonisation, une normalisation et une standardisation de la filière. Les 75 participants venus de 16 pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre, de la France, de la Suisse, de l'Italie et des Etats-Unis d'Amérique ont souhaité une adéquation entre les acquis de la recherche et les besoins des utilisateurs. Au plan de la production, l'atelier recommande, entre autres, une intensification de la production de manioc par la mécanisation en développant par ailleurs des stratégies sous-régionales et régionales respectant les zonations agro-écologiques de chaque pays producteurs. Pour les participants, il faut mettre en place une subvention de la production du manioc par les pouvoirs publics à l'image de la politique rizicole asiatique. L'atelier international d'Abidjan recommande également de stimuler la production du manioc à travers la mise en place d'unités de production d'amidon et dérivés et la maîtrise des technologies ainsi que leur adoption.

Quant à la transformation, l'atelier recommande l'élaboration des bases de données et fiches techniques accessibles aux divers acteurs, la sélection de nouvelles variétés saines et performantes adaptées aux zones agro-écologiques marginales et la mise en place d'une stratégie de multiplication du matériel végétal amélioré de manioc testé et apprécié pour la transformation locale et industrielle.

Au vu de tous ces résultats, M. Drissa Fofana, directeur de cabinet représentant le ministre de l'Industrie et de la Promotion des PME, a félicité les participants pour le thème qui épouse les enjeux économiques de la transformation des matières premières en Côte d'Ivoire. Le manioc fait, en effet, partie des principales plantes à racines et tubercules amylacés cultivés dans le monde. L'Afrique est le premier producteur mondial avec une production annuelle 110 millions de tonnes. Elle suivie de l'Asie avec ses 55 millions de tonnes et de l'Amérique latine et des Caraïbes avec 37 millions de tonnes. Si les Latino-américains et Asiatiques utilisent le manioc pour l'élevage et l'industrie, ce n'est pas encore les cas en Afrique. La quasi-totalité du volume de manioc disponible au niveau intérieur est destiné à l'alimentation des populations. En Afrique, le manioc constitue une culture de subsistance.

Robert Krassault
ciurbaine@yahoo.fr

La Semaine Africaine N° 2704 : Vendredi 22 juin 2007 (Congo Brazaville)

Atelier international sur les potentialités à la transformation du manioc

Le manioc, source importante de calories et de revenu potentiel

Du 04 au 07 juin 2007, à Abidjan, en Côte d'Ivoire, s'est tenu l'atelier international sur les potentialités à la transformation du manioc en Afrique de l'Ouest. Cet atelier a été co-organisé par l'U.a.a (Université d'Abobo-Adjamé), le C.s.r.s (Centre Suisse de recherche scientifique), le C.n.r.a (Centre national de recherche agronomique) et la société ivoirienne de technologie tropicale (I2T). Il a été placé sous le co-parrainage du Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique et du Ministère de l'industrie, et de la promotion du secteur privé.



Une vue des participants au séminaire

Plus de 80 participants venus de 16 pays d'Europe, d'Amérique et d'Afrique dont le Congo-Brazzaville représenté par l'O.n.g A.co.de.co (Association Congolaise pour le Développement des Coopératives) - qui a présenté une communication sur la transformation du manioc au Congo- ont pris part à cet atelier. Ces participants étaient de diverses institutions et disciplines à savoir: des chercheurs, des représentants du conseil économique et social, des groupements associatifs professionnels et O.n.g, des acteurs privés du secteur agro-industriel.

Cet atelier a eu, entre autres objectifs, de faire le point sur le besoin du marché en matière de produits à base de manioc; de faire le point sur les acquis de la recherche, du développement du secteur artisanal et industriel en matière de transformation alimentaire et non alimentaire du manioc et produits dérivés.

Après l'ouverture par Mme la représentante du ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique à l'association ivoirienne des sciences agronomiques (Aisa), les travaux se sont déroulés en plénières et en commissions simultanées au C.s.r.s et au C.n.r.a.

Les différents échanges entre les participants ont montré que le manioc constitue une importante source de calories et de revenu potentiel pour les populations de la zone tropicale, en particulier celle d'Afrique, qui produit 54% de la production mondiale estimée à 210 millions de tonnes. Le manioc fournit une grande diversité de produits dérivés alimentaires et industriels fortement développés en Asie, en Europe et en Amérique, la production de l'Afrique est destinée, essentiellement, à la consommation humaine. Toujours en Afrique, le coût de production élevé et le rendement bas combinés à une transformation artisanale pénible et archaïque rendent non compétitifs, les produits dérivés.

Au vu du diagnostic et des échanges, l'atelier a formulé des recommandations. Il s'agit, entre autres, de la mise sur pied d'un organe intermédiaire pour la vulgarisation des acquis de la recherche. Il faut selon les participants, un triangle fermé entre les scientifiques (chercheurs), les agents intermédiaires (ministères,O.n.g...) et les utilisateurs, et que la recherche soit orientée vers le marché; l'intensification de la production du manioc (mécanisation) tout en subventionnant l'accès des intrants aux producteurs, pour stabiliser le rendement à l'image de la politique rizicole asiatique; égaliser les niveaux de l'utilisation (l'alimentation humaine, animale et les usages industriels) du manioc, afin de relever la production du manioc en Afrique; faciliter l'accès des transformateurs et équipements aux micro-crédits; standardiser, normaliser et harmoniser des dérivés du manioc.

Le développement socio-économique de nos pays passe par la valorisation des matériels locaux (produits agricoles, machines, etc.) et dans la mise en application des recommandations issues des ateliers.

Davidson
KOUTIBA POMPA
acodeco2000@yahoo.fr

tenariat existant entre l'action des éducatrices et le ministère de l'enseignement technique et professionnel, en vue de développer ce partenariat dynamique et attractif, dans le cadre du projet de réinsertion et d'apprentissage communautaire des jeunes défavorisés et déscolarisés. Pour la présidente de l'action des éducatrices pour le développement, Mme Bernadette Miassouassouana, l'objectif poursuivi par cette O.n.g est d'œuvrer pour le développement de la jeune fille démunie, l'adolescente déscolarisée non scolarisée; assurer une éducation qualifiante du jeune enfant, des bénéficiaires à travers les centres d'apprentissage communautaire; contribuer à la création d'emploi dans le domaine artisanal et agro-pastoral. L'action des éducatrices pour le développement intervient dans les domaines de la formation sur les petits métiers, l'alphabétisation et la sensibilisation sur le V.i.h-sida.

Pascal BIOZI KIMINOU

Actes du 1er Atelier International
Potentialités à la transformation du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Afrique de l'Ouest

Proceedings resulting from the 1st International Workshop
Potential of Cassava (Manihot esculenta* Crantz*) Processing in West Africa

04-07 Juin / June 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire

Photos de l'Atelier

Pictures of the workshop

Visite du site de transformation artisanale du manioc (Association des Commerçants de Transformation de Manioc en Côte d'Ivoire - ACTMCI) à Yopougon

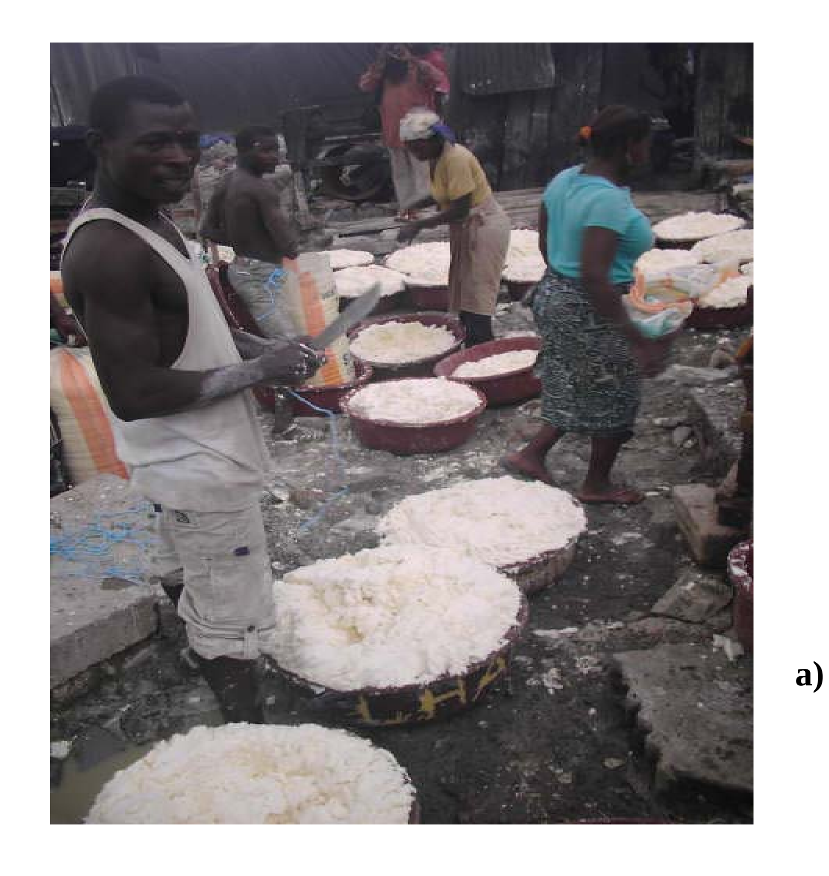


Arrivée des participants


a)


b)

Tas de racines de manioc brutes et épluchées (a) Broyeur (b)



a)



b)

Pâtes de manioc (a), Cuisson au feu de bois de l'Attiéké (sémoule de manioc cuite à la vapeur) (b)

Visite du site de transformation semi-industrielle du manioc à I2T



a)



b)

Participants dans le hall technologique (a), Broyeur moderne (b)



a)



b)

Séance d'explication par un technologue de l'I2T (Dr Manlan Michel) du fonctionnement de la semouleuse mécanique (a), Production en ligne de l'Attiéké (b)



a)



b)

Coupure de chips de manioc (a), consommation de chips de manioc cuits (b)

Séance plénière



Communication orale (Dr M. Egounlety)



Séance poster (Dr. C. Kakou et Mme A. Ekissi)

Pause café



D. Aka, A. Kipré



Dr. L. Sanni, Prof Akoroda, Dr. A. Ayemou-Allou